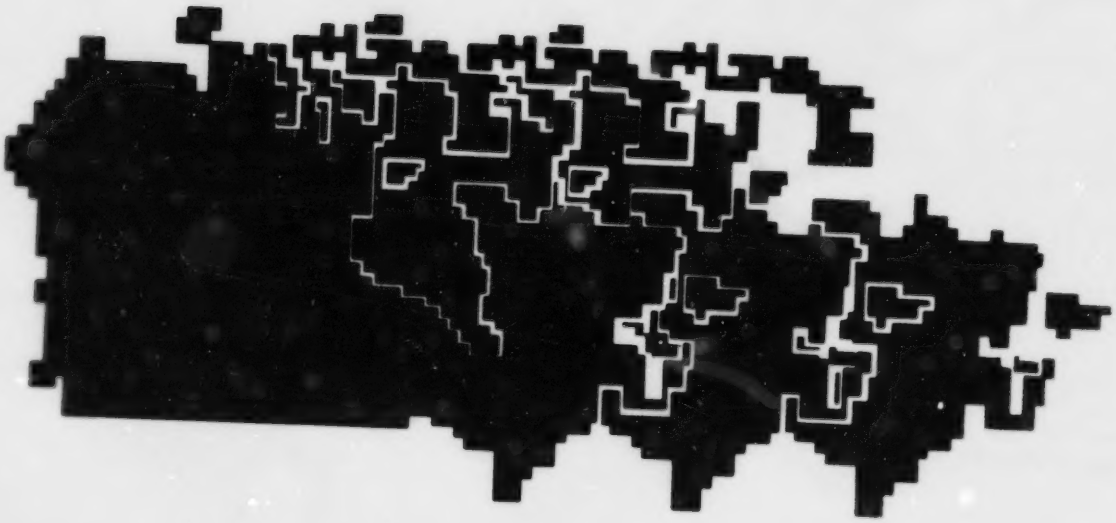
Canada Tomorrow Conference

November 6-9, 1983



COMMISSIONED PAPERS

Canada

Ministry of State
Science and Technology Canada

Ministère d'État
Sciences et Technologie Canada

Canada Tomorrow Conference

November 6-9, 1983

COMMISSIONED PAPERS

© Minister of Supply and Services Canada 1984

Available in Canada through

Authorized Bookstore Agents
and other bookstores

or by mail from

Canadian Government Publishing Centre
Supply and Services Canada
Ottawa, Canada K1A 0S9

Catalogue No. ST 31-15/2-1984E
ISBN 0-660-11545-x

Canada: $5.00
Other countries: $6.00

Price subject to change without notice

THE CANADA TOMORROW CONFERENCE

November 6-9, 1983

COMMISSIONED PAPERS

TABLE OF CONTENTS

	PAGE
Barriers to the Development of Canadian High-Technology Industries: Who is Responsible? Kimon Valaskakis, GAMMA Institute	1
Public Opinion and Technology: Canadians Adjusting to Change Richard Anderson, Public Affairs International Ltd.	15
Institutional Barriers to Technological Change Arthur J. Smith	27
What are These New Technologies? Thomas Masters	35
Technology, Labour Markets and the Economy M.C. McCracken, C.A. Sonnen, INFORMETRICA	43
The Impact of Technological Change on Women Monica Townson	49
The Impact of Information Technology on Training and Education P. David Mitchell	59
Selected Bibliography Michael Gurstein, Socioscope Inc.	71

These papers were commissioned specifically for the Canada Tomorrow Conference. The views expressed are those of the authors and do not necessarily represent the position of the Government of Canada.

BARRIERS TO THE DEVELOPMENT OF CANADIAN HIGH-TECHNOLOGY INDUSTRIES:

WHO IS RESPONSIBLE?

"The fault, dear Brutus, lies not in our stars but in ourselves that we are underlings."

W. Shakespeare.

1. THE OPPORTUNITIES: INCREASING REWARDS TO GLOBAL ENTREPRENEURSHIP

1.1 The Place of High Technology in the World Economy

Since about the middle seventies, the world's economy has been undergoing a major structural transformation brought about by three forces: a) the energy-shocks of 1973 and 1979 and the responses that they engendered on the part of national governments; b) the rise of the newly-industrialising countries or so-called NICS (S. Korea, Taiwan, Singapore, Hong-Kong, Brazil, Mexico, etc.); and c) the microelectronic revolution.

Of the three, the most important by far is the microelectronic revolution. The first industrial wave occurred with the steam engine in the late eighteenth century. The second came with electricity and the internal combustion engine in the late nineteenth century. The third is now launched with the micro-processor or "ubiquitous chip" altering the modes of production, consumption and the way of life itself.

This third industrial wave is creating *winners and losers* exactly like the previous ones. The winners are those countries which are adapting their industrial structure to the new reality. The losers are those who, for various reasons, are not. It has taken a major world recession and serious setbacks in major manufacturing industries to awaken governments and business in the United States and Canada to a realization that our traditional smokestack industries are very vulnerable indeed to competition from Japan, the newly industrialized countries in the Far East and in South America, and from revitalized European industries.

According to 1982 OECD statistics the United States now stands only 5th in Private Consumption per capita while Canada ranks 11th. These comparisons are made using current exchange rates which tend to reflect a probably overvalued US dollar in relation to the Japanese yen and most European currencies. The highest private consumption per capita is that of Switzerland which averages US$10,128, while the corresponding US private consumption is US$7,370 and that of Canada US$5,950. Japan in spite of an undervalued yen ranks fairly close to Canada at US$5,220. Thus Canada is no longer a high wage country in relation to other OECD member countries, except perhaps in some industries which in the past faced little foreign competition and had the ability to pass higher than average wage costs on the consuming public.

1.2 Foreign Responses to the Challenge

The United States

The basic technology of the information age has largely been developed in the USA. The invention of the transistor at Bell Laboratories 35 years ago has, in an amazingly short span of time, led to the further development of integrated and large scale integrated circuits, memory chips and powerful microprocessors which are the heart of today's computers, robots and modern telecommunications equipment. While today the US lags behind Japan in the field of industrial automation, it is nevertheless true that robot technology has been almost entirely developed in the US. American industry was, however, slow in adapting new technology to the production process.

US multinational firms led the way in moving standardized assembly operations to low wage offshore countries, and most industries were content to continue their reliance on large scale standardized manufacture as the backbone of their business without making any major effort to innovate. US industrial leaders in recent years very often had a financial and business orientation and were more concerned about the rate of return on assets than in promoting innovation. Thus the US steel industry for years paid high dividends while largely

neglecting to modernize its productive plants. The concept of providing built-in obsolescense in various products was highly touted as a means of ensuring a continuing market demand for various products.

As competition from foreign producers squeezed profit margins in many industries, many business leaders chose the merger and acquisition route to maintain the economic viability of their organization and became what Robert B. Reich has aptly described as "paper entrepreneurs". There were of course some progressive enterprises such as IBM, the Bell System and various high technology firms that did not fall into the trap of neglecting innovation but even many of these did not devote nearly as much attention to improved manufacturing methods and quality control as did their Japanese competitors.

A major weakness of the US high technology industry has been and still is an overemphasis on short term earnings and efforts to maintain a high P/E ratio rather than on investment for long term growth. The reason for this is that business decisions are almost always made with an eye on the stock market — if the P/E ratio of a company's stock drops in a year due to lower earnings, institutional investors such as pension funds will often get rid of their holdings of that stock, the share price drops and access to new capital may dry up. While the problem is recognized, there is no easy solution to this dilemma.

To some extent Reaganomics and monetarist policies designed to curb US inflation have backfired, in that the resulting high level of interest rates has caused the US dollar to become overvalued. The overvalued dollar has in turn caused a severe loss in the competitive ability of US industry in export markets and has given foreign competitors good access to the domestic US market.

The Japanese Miracle

Japan's genius has been mainly that country's ability to import and sometimes improve upon imported technology and in organizing its industrial productive apparatus to achieve a high level of efficiency. Japanese industry has been highly innovative in devising improved manufacturing processes using automated technology. Much of the success of Japanese industry in world markets has been based on the age old principle of "offering a better mousetrap". While in pre-war days Japanese industry was mainly known for selling low quality dinky toys and cheap textiles and footware, a determined effort by industry and government to dispel that earlier low quality image has been enormously successful. The most coveted prize in Japanese industry is the Demming prize for quality manufacture, named after the American professor Demming whose teaching and promotion of statistical quality control in industry gained wide acceptance in Japan, while his work was largely ignored by American industry. Interestingly enough, Dr. Demming has finally gained acceptance in his own country and now works for the Ford Motor Company.

Much of Japan's success in the industrial sphere may be ascribed to the *low level of adversary activities and the tradition of consensus seeking*. It is illustrative of this fact that there are fewer lawyers in all of Japan than in Washington, D.C., while disagreements between firms and between individuals are often resolved through the intermediation of professional conciliators.

The degree of consensus on industrial goals which has largely guided the development of Japanese industry was generally supported by high tariffs and other visible and invisible import barriers which allowed manufacturers to build their competitive strength in new industries until they were ready to face a competitive world market. Such barriers have been coming down because of intense pressure from other countries and also because they are in many instances not needed, but high import barriers still exist in some fields, especially in agriculture which is a politically very sensitive sector.

Until fairly recently Japanese industries did not excel in R&D but relied mainly on technology transfer from other countries, relying more on their manufacturing ability and marketing skills is gaining access to foreign markets than on innovative skills. These efforts were greatly assisted by the ready access to capital at low cost. The very high rate of savings (about 20%) and the record of Japanese banks of supporting industrial development, often providing as much as 90% debt financing for industrial firms and additional managerial support, have also been important to industrial growth. The Japanese level of R&D spending is now close to that of the US (about 2.5% of GNP), and Japan is now attempting to generate more of its own technological information. Typical of this effort is the ambitious program to develop a fifth generation computer capable of exercising artificial intelligence. Nor should it be forgotten that because Japan has very little defence industry, almost all of this R&D effort is aimed at civilian purposes.

Much of Japan's success in the international marketplace is due to thorough market studies and great

flexibility in adjusting product design to suit the needs of particular markets. It is an interesting fact that nearly all of the top industrial leaders in Japan have an engineering background but have widened their range of experience through a series of assignments to various company departments prior to assuming senior management positions. This fact probably accounts for the strong emphasis on engineering and manufacturing technique of these firms. Very often international marketing is performed for a number of different manufacturing firms by one of the large trading companies which are a uniquely successful Japanese form of trading organization.

The Japanese guru of the information age is Yoneji Masuda. In 1972 he authored "The Plan for Information Society — A national goal toward the year 2000" which was a model plan for the realization of Japan's information society. The plan called for realization of the information society by the year 1985. This plan was accepted by the Japanese government, and Masuda was appointed project manager for this ambitious plan.

Another interesting feature of Japanese industry is that major manufacturing firms such as Toyota mainly assemble subassemblies or parts manufactured by specialized manufacturers. These suppliers have a long term relationship with a major manufacturer and provide parts or subassemblies just on time for the assembly function to save the major manufacturer the need to keep large part inventories. This practice is now being emulated by US car manufacturers. Parts manufacturers associated with a particular major manufacturer even have their own associations. There is no indication that the lack of competition for contracts in this submanufacturing sector has in any way led to diminished efficiency or any lessened emphasis on quality, but rather quite the contrary.

A factor worth noting is the great flexibility shown by Japanese industry in abandoning so-called sunset industries and moving into new and more promising fields. Thus while shipbuilding was once a major Japanese industry, South Korea has now become the major shipbuilding nation while Japan has supplied South Korea with the most modern shipyards in the world. Similarly, Japan is moving out of the basic steelmaking business and concentrating on the manufacture of higher valued specialty steels and on building modern steel manufacturing plants for other countries. Thus last year about 55% of Japanese exports were of plants and production machinery while the smaller portion of exports was directed at a consumer market. A reverse trend is also seen, in that Japanese industry which has abandoned most textile manufacture some years ago, now is resuming the manufacture of higher quality textiles using highly automated equipment. The general trend of Japanese multinational companies is to move standardized mass production and assembly operations activities abroad while retaining the more highly skilled R &D, engineering and senior marketing and corporate planning and administrative functions in Japan. The result of such policy is to gradually upgrade both the level of skills and the earnings of Japanese workers, while providing mostly lower paid assembly jobs in countries hosting Japanese offshore plants. This is what occurs when Japanese television sets are assembled in Canada, or when Honda manufactures cars in the US. In contrast to the Japanese somewhat nationalistic MNCs, it is claimed by Robert Reich and others that American MNCs in most instances are exclusively concerned with profit maximization and perform any corporate function wherever this can be done most profitably. This may be true of many US MNCs but in Canada we have too often seen a reluctance of US parent firms to assign world product mandates or meaningful development tasks to their Canadian branch plants.

There is in Japan very little fear of technological unemployment. One reason for this is the strong competitive ability of the Japanese economy, but other factors such as the low female participation rate in the labour force, a low birth rate and virtually no immigration are very important. While young women constitute an important and highly productive workforce in industry, they usually do not keep such jobs much past the age of thirty. According to Peter Drucker, the best advice a Japanese father can give his daughter is to make sure that she is married before the age of thirty. While today more women go on to higher education they can not count on being able to follow the traditional career path of young men being groomed for increasing responsibility in their companies, and are more likely to be empoyed in such occupations as computer programming which are outside of the mainstream of the management career paths. Japan thus remains very much a male dominated society and there does not appear to be any near term prospect that this culturally determined situation will change.

The Newly Industrialized Countries and Less Developed Countries

The practice of industry in developed countries to move assembly work and lower skilled manufacturing tasks to low wage developing countries has assisted

these countries in establishing basic manufacturing skills. These developing countries are not content to remain providers of poorly paid assembling operations for long but are striving to develop a higher skill level and their own enterprises. They will then join the ranks of the newly industrialized countries. Thus while the South Koreans may not yet have the skill to design a highly modern shipyard, they do have the skill to build ships in a modern shipyard built for them by the Japanese. It takes a different level of skill to design a highly automated factory and to operate it. Thus Hong Kong today has some of the most highly automated textile plants in the world.

The developing countries fear that automated production in developed countries and a rising level of wages in third world countries will cause most foreign companies to move all production back to their home-base. Nevertheless, it is reported that Japan expects most manufacturing of automobiles to be performed in the developing countries before the end of the century, even though such production will be highly automated. Another factor favouring continued offshore production by major MNCs is that these developing countries constitute a rapidly growing market. It has been projected that well before the end of this century 300 MNCs will handle half of the world's trade, and they are not likely to ignore the growing markets and aspirations of the NICs and the LDCs. There is, however, a real danger that developed countries will increasingly impose restrictions on imports from the third world to protect jobs in their traditional smokestack industries. The Brandt Commission has warned against the disastrous consequences of such policies, and hopefully an upturn in the world economy will lessen this danger.

The oil crisis, recession and high interest rates have brought many of the developing countries to the brink of bankruptcy. The World Bank, the International Monetary Fund and commercial banks all have to make various concessions to avoid default by various hard-pressed countries. The main protection these countries have against national bankruptcy is the fact that the debts in question are so very large that a default by any of these nations would likely lead to the collapse of major banks. It is therefore likely that accommodations will be made to prevent economic collapse. In the future the international banking community will, however, be much more reluctant to invest billions of dollars to foster industrial development in the developing world, and the IMF and World Bank can not provide all the investment capital which is needed. The best hope for relief may lie in more direct investment in offshore plant facilities by major companies in the developed countries.

Europe

The current recession has affected a number of European countries severely. Resentment of US economic policy is high, particularly in France. US restriction on imports of steel from European countries have caused a great deal of friction. There are, however, some signs that an upturn is in sight.

European countries have lagged behind both the USA and Japan in microelectronic technology, but they are catching up. France, in particular, has clearly recognized the need to prepare for an information age. Great efforts are being made to modernize the public telecommunications system and to promote growth in electronic industries — often through joint undertakings with US firms. The Dutch Phillips company had done most of the development on the video cassette recorder but undoubtedly the Japanese will sell more VCRs. The telecommunications equipment industry is fairly strong in a number of European countries and protected by a great many visible and invisible trade barriers. European governments generally work closely with industries in the respective countries, and we are likely to see a revitalization of a number of industries in the near future. It is interesting to note that Sweden has more robots in relation to the size of the workforce than Japan, and that robots made by a small Norwegian firm, Elkem, are used to paint cars in Detroit by two large car producers. AirBus Industries — jointly owned by several European countries — has emerged as a major competitor to the US aircraft industry. It will lead too far here to enter into a broad discussion of European industry except to note that the problems of facing up to the realities of the coming information age are much the same in Europe as in North America. In Europe it is more likely that governments will play a larger role in directing the adjustment of the national economies to this new age than will be the case in Canada and the U.S.

Within the European context, the country which has internalized information technology best in its development plans is France, in many ways the closest Western emulation of Japan. Although beset by cyclical problems and the recession, like everybody else, the longterm outlook for high technology development in France is very good.

1.3 Canada's Problem: Unrealised Potential

The challenge now facing Canada is to make a successful transition to a high-technology economy with a minimum of disruption during the transition period. There is probably reasonable agreement that Canada must achieve a higher level of productivity and generally raise the level of efficiency in industry and business to remain competitive in international markets. To quote Peter Drucker: "It is more important to do the right things, that to do things right". In other words, we need to assess where our strengths and weaknesses are, and devise policies to build on strength, and as much as possible remedy our weaknesses.

Canada is uniquely positioned to become one of the industrial world leaders in the new information age. This country has everything needed for industrial success if only we marshal our forces to work towards a common end. Let us count our blessings:

Canada is ideally located between the Atlantic and the Pacific Oceans with harbours on both costs for access to all the world's shipping lanes. Our common border with the US provides easy access to the richest market in the world. Canada is also abundantly endowed with the rich resources of forests, mines, farms, oceans, oil and gas, and hydro power. In contrast with many of our competitors in the resources sector, we also, in most cases, have a transportation infrastructure capable of bringing these resources to market. The Canadian population is well educated, and we have the required educational facilities for providing additional education as required. Canada is also a non-violent society and situated far from any of the world's conflict areas. Internationally Canada has an enviable reputation for fair play and has no enemies. Finally, our ethnically mixed population is potentially a tremendous asset in building trade links with other countries, because Canada has skilled people in almost any field who speak the language and understand the culture of various foreign countries. This is a resource which in the past has been badly underutilized.

Canada's main industrial strength will in the future be in the resources and high technology sectors. Information technology will, however, be employed in all sectors of society — home, office and place of work.

Our resource industries are likely to remain extremely important as Canada's main source of export revenue but will face increasing competition from developing countries. The world market for some crude and fabricated materials will remain weak for years even if the world economy pulls out of its current recession, mainly because new manufacturing methods, and especially the reduced use of steel in car manufacture, has led to a conservation in the use of raw materials. Resource industries are not labour intensive and will in the future have to become increasingly automated to compete in world markets. An upgrading of the transportation infrastructure and improved efficiency in transport industries are also vital to the competitive ability of our resource industries. There should be considerable scope for more intensive efforts to upgrade a greater proportion of raw materials into higher valued fabricated materials and end products prior to export.

In discussing high technology in industry, it is important to make a clear distinction between the so-called high technology industries and other industries which are not in a high technology sector but nevertheless need to employ a considerable amount of advanced technology in order to achieve productive efficiency. Some existing Canadian industries which are now threatened by foreign competition, can remain competitive through extensive automation and improved marketing, or they may be able to reorient their product line to exploit a profitable niche in the market. It makes little sense in most cases to subsidize the operation of so-called sunset industries, i.e. industries which stand no reasonable chance of remaining viable in the face of foreign competition, but government assistance for the retraining of workers, and sometimes short term assistance to enable such firms to enter a different and more promising business may be warranted.

Our high technology industries may never employ a very large proportion of the Canadian labour force, but they will provide the core of expertise which is essential in an information economy. A great many jobs in an information economy which are not directly tied to the production of high technology products, depend on a country's industrial strength in high technology industries.

One of Canada's main strengths in high technology is in the telecommunications field, where Canada is a world leader. This strength is mainly in the design and manufacture of high quality communications carrier equipment and in the telecommunications carrier field as well, but it does not extend to the market for consumer electronics which is dominated by the USA, Japan and South Korea. Nor does Canada have a strong component industry. Our small positive balance of trade in telecommunications carrier equipment is, however, completely dwarfed by sizable trade deficits in the Office

and Store Machinery sector which includes computers, and a further deficit in the Electronic Instrument sector. The combined trade deficit for consumer products is estimated at $1 billion for 1983, and from commercial electronics a trade deficit of around $2.5 billion is estimated for 1983. Unless Canada improves its balance of trade in the electronics industries, the deficit of trade in this sector alone will soon exceed $5 billion annually. In 1982 the total export of electronic products amounted to $2,763 million while imports of electronic products totalled $5,615 million. The 1982 total Canadian consumption of electronic products was $7,041 million. These dismal trade figures do not reveal that Canada has a number of promising firms in the various electronic sectors which have considerable potential for growth. Thus AES and Micom are strong in the office automation field, and a number of small computer firms are carving out niches for themselves in selected fields. Canada has also a number of competent and promising firms in the software field. Apart from Bell Canada Enterprises and Mitel, most of the major exporters are subsidiaries of US firms with IBM Canada being the clear leader. These trade figures do not reflect the very considerable spending on R&D in Canada by Bell Northern Research, nor the return received by Bell Canada Enterprises and its Canadian shareholders from Northern Telecom's US subsidiaries.

All told we must realize that there is a great potential and a considerable amount of entrepreneurial activity in the high technology sector which will have to be nourished and encouraged. The success of such firms as Northern Telecom, Mitel, and Canadian Marconi in telecommunications, CAE in flight simulators, and AES and Micom in word processing, are clear evidence that Canadian industry can succeed in high technology.

We do, however, need more than high technology manufacturing. Thus it was estimated that Canada's deficit in fully manufactured articles was $18 billion dollars in 1980 which corresponded to a loss of 400,000 jobs in secondary manufacturing industries. Even though Canada achieved a positive balance of trade in that year, it should be kept in mind that secondary manufacturing is labour intensive while resource industries are not.

The considerable potential described above is however only partially realized and Canadian high-tech firms seem to excel more at the invention than the innovation and marketing stage. Many excellent Canadian inventions came to fruition elsewhere and the crucial passage from inception of an idea to its execution is painfully slow. This brings up the whole question of barriers and what can be done about them.

2. THE BARRIERS: CANADA'S CONFRONTATION ECONOMY AND ITS CONSEQUENCES ON HIGH TECHNOLOGY DEVELOPMENT

It is the thesis of this paper that the principal barriers to high-tech development in Canada are self-imposed and are internal to Canada's socio-economic system rather than external. By "internal" factors we refer to those that are controllable by Canadian actors rather than imposed upon them by some external body. This means that the "foreign ownership" issue long claimed to be the external bottleneck par excellence for the development of high-technology in Canada may well be somewhat overstated.

The Foreign Ownership Issue

The Science Council in a number of reports has dealt with the problems arising from the extremely high ratio of foreign ownership of Canadian industry (about 60%). This is a very difficult issue. The problem is not so much with the concept of hosting some foreign owned companies in Canada as with the preponderance of such firms in Canadian industry. Mel Hurtig in a article in *Canadian Business* in July 1979 wrote that the amount of foreign ownership in Canadian industry exceeded foreign ownership in all European industry by a wide margin. He also based much of his argument for measures to reduce foreign ownership of Canadian firms on a study by Dr. Thomas Powrie, called "The Contribution of Foreign Capital to Canadian Economic Growth", which was shown to be negligible during the period 1950-1976.

Most foreign subsidiaries were established in Canada in past years as a means of climbing the Canadian tariff wall. These plants usually had little autonomy from the parent company, performed little or no R&D in Canada and were not permitted to export in competition with their parent firm. Because of short production runs, they were often high cost producers. The actual economic performance of many of these firms was difficult to gauge because the parent companies could more or less arbitrarily decide what portion of corporate overhead and R&D costs would be recovered from such subsidiaries in Canada.

Some foreign subsidiaries are beneficial to the Canadian economy in that they possess technology and skills which could not be provided by domestic firms.

Thus, for example, IBM(Canada) makes a positive contribution to the Canadian high technology industry and also has a world product mandate to develop and export certain types of equipment. The federal government has had some success in persuading a number of foreign Canadian subsidiaries for some product lines. This normally means that R&D, production and marketing responsibility for a certain line of products is assigned to the Canadian subsidiary. Several foreign subsidiaries in the aerospace industry, e.g. Garrett Mfg. Ltd. in the aerospace industry, similarly have world product mandates.

The Foreign Investment Review Act created an agency to screen applications from foreign companies wanting to establish Canadian subsidiaries or take over ownership of Canadian firms. Such applicants were required to meet some criteria such as promising to perform R&D in Canada, export some of their factory output and generally act as good corporate citizens, as a condition for obtaining the approval of F.I.R.A.. None of these requirements are unreasonable, especially so in the light of the very high degree of foreign ownership in Canadian industry, and most applications are approved. Most foreign countries, including the USA, put far more obstacles in the path of foreign takeovers than does Canada, but from the outcry against F.I.R.A. from the US and some other countries, echoed by the Canadian financial establishment, one would think that Canada had abolished the free enterprise system altogether. Much of this hype is of course overblown for bargaining purposes.

The Tokyo Round of the negotiations on the General Agreement on Trade and Tariffs has resulted in major tariff reductions. Thus about 90% of trade between the USA and Canada carries less than 5% tariff, and much of this trade encounters no tariff. One effect of this drastic lowering of the tariff wall is that in many cases a US firm may find that it can supply the Canadian market more economically from its US plants, and therefore a decision may be made to close down its Canadian subsidiary plant. It does of course also work in reverse in that it has become easier for Canadian firms to sell in the US market from a Canadian base. Protectionist trade actions by the US Congress in many cases do present difficulty for Canadian exports to the US.

A dichotomy exists in Canada as regards the foreign ownership issue. The federal government, through its National Energy Policy, F.I.R.A. and various initiatives such as the creation of the Canada Development Corporation, has tried to strengthen Canadian ownership and control in some industries. The Province of Ontario has also taken some steps to prevent foreign takeovers. Most of the provincial governments are actively courting foreign investment as a means of creating more jobs, and worry less about the long term consequences. Predictably, there is little support for any nationalistic policies in the financial community. Most of the public feel that there is excessive foreign ownership of Canadian industry, but the majority appear to think that the situation is beyond recall.

The most serious effects of the high degree of foreign ownership are the perpetual drain on the Canadian balance of payments through management fees and dividends paid to the foreign parent companies, the loss of much of our technological sovereignty, and the difficulty in achieving a higher level of R&D (currently about 1.4% of GNP), in view of the dependent relationship of these subsidiaries.

In the final analysis, although foreign ownership may in some cases retard the natural development of firms, it does not seem to be a decisive factor. Many other countries have thrived in spite of foreign ownership (for example the U.S. itself in the 19th century) and others have failed miserably although their industry was 100% owned by nationals of the country itself. We must therefore look at subtler barriers. These we contend are the result of the six major adversary systems which characterise the Canadian Economy.

In figure 1, the five principal players on the economic scene are identified. They include:

- The Federal Government;
- Business;
- Labor;
- The Provincial Governments; and
- Universities (including independent research laboratories).

Each of these relates to the others in a series of dynamic relationships that range from mild cooperation to intense adversarial opposition. The adversarial relationships are by far the most intense and have now become the rule rather than the exception. Each of these adversarial relationships in its turn generates barriers which inhibit the development not only of high technology but of entrepreneurship itself. We will now briefly survey these barriers and their consequences.

Fig. 1 *THE MAJOR ADVERSARY-SYSTEMS CHARACTERIZING THE CANADIAN ECONOMY*

ATTITUDES OF PRINCIPAL ECONOMIC PLAYERS	— PRINCIPAL ECONOMIC PLAYERS —				
	Federal Govt.	Provincial Govt.	Business	Labour	Universities
Federal Government	!	XXX	XX	X	!
Provincial Governments	XXX	XX	X	X	!!
Business	XXX	X	XX	XXX	!
Labor	XX	XX	XXX	!!	!
Universities	!	!!	!	!	!

X Mild adversary system
XX Strong adversary system
XXX Very strong adversary system

! Mild cooperative system
!! Strong cooperative system
!!! Very strong cooperative system

2.1 The Public Sector/Private Sector Adversary System

This adversary system exists insofar as there is an absence of a sense of partnership between the Public and Private Sectors. The public sector tends to alienate the private sector by giving the impression that it is inefficient and both overspends and overtaxes. Its relationship with private enterprise is often perceived as paternalistic and even punitive taking in most cases the form of restrictive regulation. At the same time, the private sector both claims it can do the job alone yet cries foul whenever the foreign competition gets too dangerous. At that point the private sector requests help from government in the form of protective tariffs or subsidies. The mutual insensitivity to the possibility of partnership generates at least four barriers to high technology growth.

1) "Punitive" Taxation

In the ill-fated 1982 Federal budget and in the Quebec government budgets of recent years an impression emerged that government was out to punish business. Even today success is heavily taxed. Failure is subsidized. In addition the fiscal system encourages smallness. Small firms have much greater tax relief than larger ones. As a firm succeeds by expanding it then progressively meets the "punishment" of heavier taxation.

The same applies for successful individuals. The high progressive taxation of individual income and the overzealous manner by which tax authorities close down tax shelters adds to a general atmosphere of disincentive. One somewhat vindictive civil servant has even referred to successful entrepreneurs as "untapped

Fig. 2 *THE PRINCIPAL BARRIERS TO HIGH TECHNOLOGY DEVELOPMENT AND THEIR CONSEQUENCE*

PRINCIPAL BARRIER	DIRECT&INDIRECT CONSEQUENCE
Public/Private Adversary System	(1) "Punitive" Taxation (2) Disincentives associated with inefficient regulation (3) Absence of Long-Term Forecasting (4) Lack of concerted action leading to inability to redeploy
Federal/Provincial Adversary System	(5) Redundant taxation&subsidy schemes (6) Redundant and often contradictory regulation (7) Federal/Provincial Development Policies at cross-purposes
Provincial/Provincial Adversary System	(8) Non-tariff trade barriers between provinces (9) Provincial Governments Procurement policies
Private/Private Business vs. Business) Adversary System	(10) Small-size, absence of economies of scale, absence of horizontal integration (11) Absence of Vertical Integration and of economies of scope (12) Incompatible Products and standards (13) Adversarial Financing system (14) Short-term planning horizons
Labor/Management	(15) Short-term views (16) Fear of unemployment (17) Resistance to innovation
University/Society Lack of	(18) Irrelevance of some university research to real problems (University snubs society) (19) Non-use of relevant university research by industries (20) Inefficient university research policies

mines of potential tax revenues" (des gisements fiscaux). That attitude is not likely to encourage success.

2) Disincentives Associated with Inefficient Regulation

Some regulation is inevitable, especially of industries where either a natural monopoly or a high concentration of economic power is present. However present regulatory systems in Canada are highly inefficient. The principal causes of this inefficiency are a) *excessive cross regulation* where the same industry is regulated often at cross-purposes by three levels of government and b) *unintended side effects of regulation*. Under the latter heading are the distortions introduced by regulation to market efficiency and their negative consequences.

The alternative to inefficient regulation is not wholesale de-regulation which has had disastrous

effects in some U.S. industries. It is intelligent and harmonized regulation with enough teeth to ensure respect of the public interest coupled with built-in restraint to continue to encourage entrepreneurial activity. The intelligent regulation requires both the concertation of federal and provincial regulators and the active cooperation of the private sector. In other words an end to the adversarial relationship is required.

3) Absence of Long-Term Forecasting

One of the strengths of the Japanese and French economies in the high technology area is the long-term forecasting often done by para-public research agencies made available to the private sector. After all, this has been one of the features of French "indicative" planning which indicates what lies ahead and invites and encourages private firms to move that way. There is no coercion involved, only the communication of probable and possible futures and an ordering of national priorities. The Japanese Plan for an Information Society and the French Nora-Minc Report in 1978, both dealing with the future of micro-electronics have provided their respective countries with a roadmap to the future.

We have nothing similar in Canada. Although organizations, such as the Science Council, the National Research Council and their various provincial counterparts conduct valuable research, the topics chosen are often spotty and partial. No national overview exists at the level of Canada. Whatever overviews exist lie in the purely economic area and tend to be short-run in orientation.

The absence of a joint long-term forecasting tradition in Canada robs the private sector of an information base with which to compete successfully both here and abroad against foreign competition.

4) Lack of Concerted Action Leading to an Inability to Redeploy our Industrial Structure

Industrial Redeployment — the organized shifting of resources from sunset to sunrise industries and the development of new processes to increase structural productivity is the name of the game in the global economy. Since this redeployment creates winners and losers, it must be accompanied by profit-sharing mechanisms and redistribution formulas to ensure that no group will be excluded from the benefits of the information economy. Only a concerted public sector/private sector approach can conceptualize and implement that redeployment. With an adversarial system, the losers have too much to lose in the redeployment and, therefore, will block it indefinitely.

2.2 The Federal/Provincial Adversary System

In addition to the Public/Private antagonism an even greater adversary system exists within the public sector. In Canada the public sector is made up of eleven quasi-sovereign governments, with overlapping jurisdictions and intense competition. In particular, the Federal/Provincial antagonism is very visible and regularly occupies the headlines, especially on the occasion of Federal/Provincial Conferences.

The Federal/Provincial adversary system generates at least three barriers to entrepreneurship.

5) Redundant Taxation and Subsidy Schemes

The maze of federal, provincial and municipal taxation and subsidy schemes add up to an immense disincentive. There is double, if not triple, taxation in some cases and the cross-subsidies between federal and provincial schemes often cancel each other out, as each level of government competes to surpass the other.

6) Redundant and Often Contradictory Regulation

The multi-level regulatory muddle, especially in a field like telecommunications, creates extreme distortions and inefficiencies since quite often one regulation contradicts another one. This point is eloquently demonstrated in the CNCP Telecommunication 1983 public brief entitled "Crisis in the Canadian Telecommunication Industry." Once again the adversarial system stymies initiative.

7) Federal/Provincial Development Policies at Cross Purposes

Not only is there lack of concertation on regulation and taxation but on development objectives themselves. There are dozens of instances where the lack of Federal/Provincial concertation has, in effect, killed what would otherwise have been a very viable project. Among these instances can be mentioned, Montreal Mirabel Airport, a victim of contradictory planning objectives, some of the energy Mega-Projects, the Montreal Archipel Project, etc... In general, it must be recognized that every province cannot have a silicon valley, a biotechnology centre and an aircraft industry. Provincial spe-

cialization of function is a requirement of efficiency. Yet such specialization can only be achieved when all eleven governments subscribe to similar national development priorities which at the moment they do not.

2.3 The Provincial vs Provincial Adversary System

Complementing the Federal/Provincial antagonism is intense interprovincial rivalry which creates the following two barriers:

8) Non-Tariff Trade Barriers Between Provinces

It is no secret that Canada is not a true common market since a host of non-tariff trade barriers impede interprovincial exchanges. These barriers emanate from different fiscal systems, sales taxes, languages laws and even immigration regulations. The net result is that we tend to segment an already very small market and eliminate the possibility of economies of scale. In addition, we create disincentives to foreign investment. Foreign capital is less interested in locating in Canada when the markets are so small.

9) Provincial Government Procurement Policies

Provincial governments tend to have a buy-in-the-province procurement policy which sometimes is so intense that out-of-province firms are placed on the same footing as foreign firms. This is not an incentive for the creation of large pan-Canadian firms able to compete worldwide. Instead, local fiefdoms limit the expansion potential of the high technology firms who, very often, get their initial big push from government procurement.

2.4 The Private vs. Private Adversary System

The principal characteristic of a market economy is competition and it is therefore healthy to see firms competing with each other. However, the evolution of the global economy points to one disturbing fact: there is often a trade-off between internal and external competitiveness. In Canada, by *maximizing internal competition we minimize external competitiveness*. This situation expresses itself in the following five barriers to high technology growth:

10) Small-size of Firms Means Absence of Economies of Scale

Canada's competition laws, its anti-combines legislation and its tax policies encourage smallness and discourage bigness. While smallness is indeed beautiful and may well be desired for itself, it does not necessarily convey a competitive edge against the world giants. The absence of economies of scale, which could be achieved by horizontal integration, means that we expect our little firms to take on Japan inc., the U.S. multinationals and the E.E.C. conglomerates. Our failure to succeed here must surprise no one. Bigness itself is no automatic advantage and excessive bigness may actually be counterproductive. However, there is a threshold of optimum competitiveness which probably lies with the medium-sized firm — not the small one.

11) Absence of Vertical Integration and Economies of Scope

While economies of scale are associated with size, economies of scope are associated with complementary production processes. Here vertical integration is a great help. When this is absent, competitiveness suffers.

12) Incompatible Products and Standards

New industries are usually led by a few pioneers. When there is no agreement between them, as to products and standards, a great confusion results with high inefficiency. In Canada, not only are these difficulties in making products and standards compatible between firms but sometimes even within the same firm, product lines are discontinued, leaving the early customers stranded with useless hardware. A case in point is AES-Data which makes it extremely difficult for customers possessing its early AES-90 word-processor to get appropriate diskettes. Further, that particular model is plagued with almost total incompatibility with all the others.

Such a situation is hardly a confidence builder since the prospective buyer of Canadian high-tech products now faces the very real possibility of being stuck with an Edsel — a discontinued loser with no software to match.

13) Adversarial Financing Procedures

Most high-tech development is done with risk capital raised either from risk-taking investors or through the

banking system. The risk-taking investor tends to go abroad with his money. As to the banks, a combination of high interest rates, very conservative policies and an adversarial attitude leads to ineffective financing. The adversarial attitude comes from the lending institution desire to get its "pound of flesh" and to be harsh on repayment procedures when the business falters. In contrast, Japanese banks tend to consider themselves partners in an enterprise that they finance and allow for very easy repayment schedules. This makes risk-taking less dangerous and encourages innovation.

14) Short-Term Planning Horizons

Last, but not least, in this context is the short-term planning horizon of North American firms both Canadian and U.S. It is said that North American executives like to look into the future — but that future is only three months away. The obsession with quarterly profits means very short payback schemes. If a business cannot make it in a couple of years it is condemned.

In contrast, Japanese banks will accept short and medium-term deficits to promote long-term profitability. The results speak for themselves. Deficit operations become highly successful ventures and the Japanese move ahead industry by industry.

2.5 Labor vs. Management Adversary System

Canada has one of the top three labor-management adversary systems, challenged only by Britain and Italy in the days-lost-to-strikes department. The intense adversarial relationship manifests itself in three barriers:

15) Short-Term Views Making Long-Term Labor-Management Concertation Impossible

Business' obsession with quarterly profits is matched by organized Labor's tendency not to look beyond the next collective agreement. The result is that structural issues and the kind of joint redeployment pioneered in Austria's tripartite Concertation are forgone.

16) Fear of Unemployment

The very real and legitimate fear of unemployment due to automation leads organized Canadian Labor to resist innovation. In contrast, the permanent employment practices in Japan, faithfully implemented in North America by a giant such as IBM, creates the favourable climate within which the participation of Labor in promoting high technology becomes possible.

17) Technophobia and Resistance to Innovation

In addition to the fear of unemployment is the human fear of the machine itself: *technophobia*. This technophobia results in slowing the rate of diffusion of innovation.

2.6 The University/Society Mutual Marginalization

The final adversary-system is the mutual marginalization in Canada between the University and Society. The University barricades itself in its ivory tower and is often content, to use Marshall McLuhan's expression, to be the "rear-view mirror". University research in many social science fields is more oriented towards survival in the tenure track than relevance. The requirements of survival in the tenure track often means publishing in scientific journals, which are largely unread and where incestuous intellectual standards require prospective authors to show evidence that they know who said what, when and where (the history of thought). Relevance is neither sought nor particularly rewarded and the typical article ends with the reformulation of the same question or a conclusion to the effect that "more research is needed."

In the physical sciences, relevance is, of course, built-in and testable but cooperation with the private sector or government is often frowned upon as unworthy of a scholar.

Society, by the same token, largely ignores the University, allowing it to exist in benign neglect. Policy-oriented government civil servants and private executives often regard academic pursuits as intellectual gardening, not realizing that a highly-trained academic could, under suitable conditions, redeploy his intellectual aptitudes in the direction of policy-research.

The resulting adversary-system results in the following three barriers to high technology development:

18) Irrelevance of a large part of University Research aided and abetted by misguided promotions criteria in the tenure track.

19) Non-use of highly-qualified university experts by Society in the high-tech field.

20) *Inefficient funding policies for university research.*

The grants system in University Research, since it is administered by peer-review committees of fellow academics, tends to be an appendage to University tenure-track procedures. Grants tend to be given to the same individuals and the accumulation effect tends to reinforce the intellectually incestuous nature of the Univesity reward system. Further, the division of project-evaluation committees into traditional disciplinary categories makes interdisciplinary or innovative research highly difficult to fund. As a result, often excellent ideas cannot come to fruition for lack of funding.

3. CONCLUSION: RECOMMENDATIONS FOR CHANGE

This paper has attempted to identify the principal barriers to the development of Canadian high technology firms, most of them emanating from our confrontation economy with its multiple adversary system.

The avenues for change can only be hinted at here and are developed in other GAMMA papers, available separately. In a nutshell they center around the following points:

3.1 Creation of a Concertation Economy to Replace the Confrontation Economy

Concertation is not consensus or unanimity of an identity of views on all subjects. It is what an orchestra does: each instrument plays its own music in harmonious synergy with the others to create a concert. A musical concert needs a maestro. Similarly, a concertation economy needs concertation mechanisms. Some of these can be formal and entrenched in the legal documents of the nation. But the most effective ones are likely to be informal and stem from the will to work together.

3.2 The Long-Term Potential of High Technology Must be Constantly Monitored, Forecast and Assessed

Both microelectronics and biotechnology, the two dominant technologies of the last two decades of the 20th century, must be carefully monitored, forecast and assessed. These functions should be realized by a Canada-wide National body which will provide the information base with which our high-technology firms will identify their comparative advantage and plan their future accordingly.

3.3 Identification of National Development Priorities and the Implementation of a National Development Strategy

Unless there is consensus on National development objectives, each actor will continue to function at cross-purposes with other. Once the National Ojectives are agreed upon then the concertation mechanisms must operate to implement the appropriate development strategy. With a Game Plan and a Team Approach, the tremendous opportunites of our contemporary era may be fully optimized.

Kimon Valaskakis
GAMMA Institute

PUBLIC OPINION AND TECHNOLOGY: CANADIANS ADJUSTING TO CHANGE

Introduction

This paper analyzes public opinion trends as they relate to technological change. The data described in the paper are provided from the *Decima Quarterly Report*, collected between Winter 1980 and Summer 1983. The *Quarterly* is a tracking study conducted jointly by Public Affairs International, Canada's largest public affairs consulting firm, and Decima Research Ltd., one of Canada's leading public issues attitudinal research firms.

In keeping with the themes to be discussed at the *Canada Tomorrow* Conference, this paper focuses on such questions as:

- — do people think technology has positive or negative effects on the economy?
- — do they believe it has positive or negative effects on the average worker?
- — how do Canadians feel about change — do they reject it or accept it?
- — what is the public's perceptions of Canada and Canadian companies in the field of technology?
- — what are governments' roles in adjusting to change?

After considering these salient trends in public opinion, readers should have a good sense of the adaptability of Canadians, and of what kinds of events cause change to be more or less traumatic for the public.

Technology and the Work Place

Since the work place is the area in which the majority of people are exposed to automation and technological change, this paper will first examine technology's perceived effect on the economy, the work force and the individual.

a) Technology in the Economy

Since the *Quarterly* began testing Canadians' perceptions of the economic benefits of technology in the economy, a consistent trend has been developing. In the winter of 1980, it was found that only 41% of the Canadian people felt that automation would benefit the economy; by the spring of 1982 a plurality (49%) had come to feel this way. This trend is continuing. Summer 1983 data show that 54% of the public now believe that automation will lead to a stronger economy (Figure 1); 40% continue to disagree.

As acceptance of the economic benefits of automation increases, the public is also gradually becoming more positive about other general benefits. Two and a half years ago, 41% believed that automation would bring lower prices for consumer goods; most (51%) did not. Now 52% believe that automation will lead to lower prices, only 44% do not.

The public has also shown a consistently growing belief that technological change leads to improvements in the quality of products. Since December 1980, when 47% of respondents accepted the view that automation would lead to such quality improvement, public opinion has evolved to the point where 60% currently foresee such improvements.

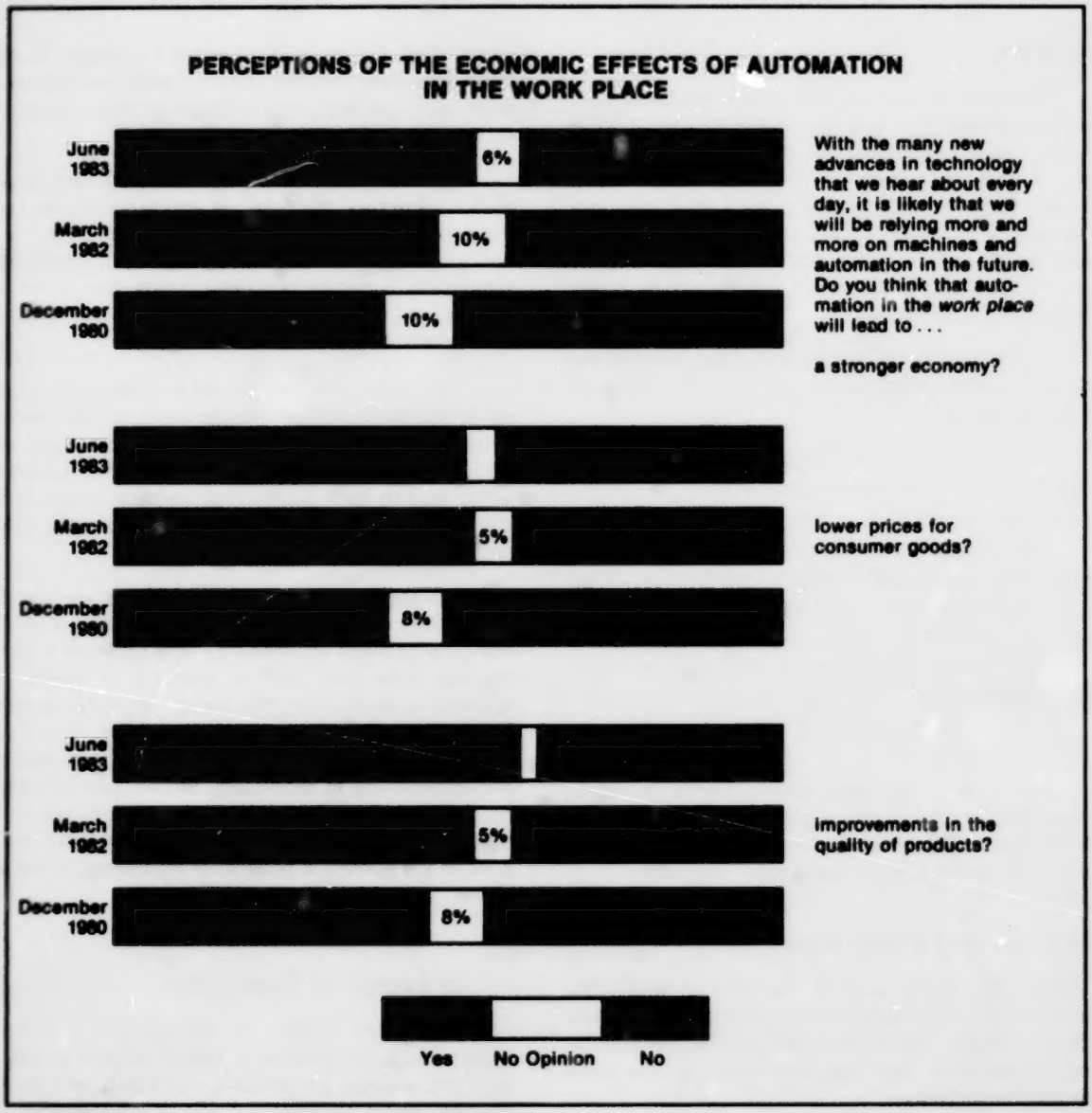
Income and education have the greatest impact on perceptions of the general economic benefits of technology, with lower and less educated Canadians remaining the most skeptical. In addition, a gender gap appears to exist, with men being far more convinced than women of the benefits of automation. One characteristic — age — that is often presumed to predict public receptiveness to technology actually has little impact on the responses described in Figure 1. It seems that age is a relatively weak factor in determining perceptions of the economic benefits of technology in the work place.

b) Employment-Related Effects

While the public is increasingly inclined to acknowledge the general economic benefits of automation, this is accompanied by a continuing, and growing, concern about technology's effects on the work force and employment.

Since December 1980 there have been slight fluctuations in public expectations regarding automation's effects on unemployment and depersonalization of the average worker. As Figure 2 indicates, the vast majority of those tested in December 1980 felt that automation would lead to higher levels of unemployment (72%), and also felt that it would lead to depersonalization for

Figure 1



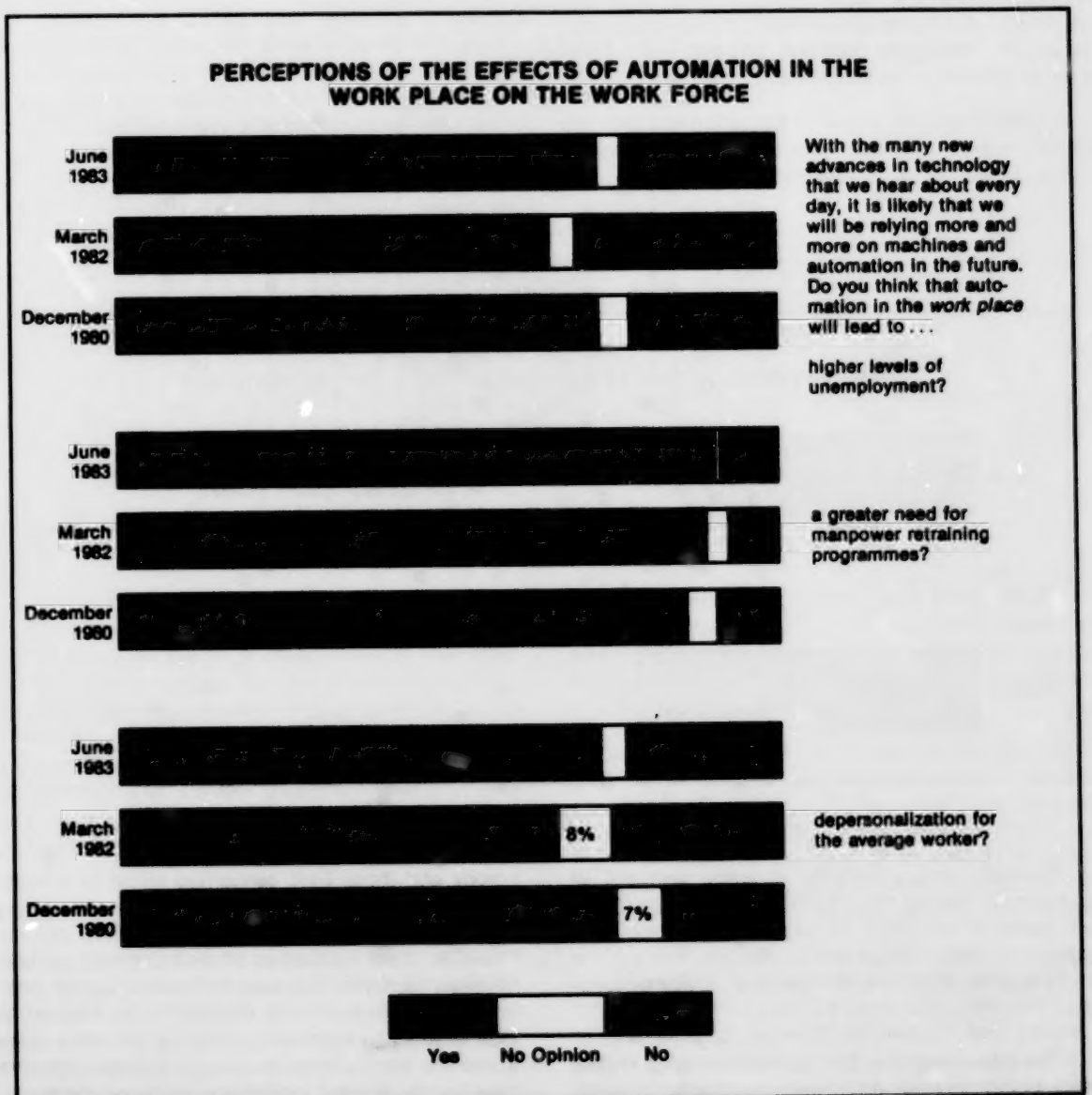
the average worker (74%). Currently, public perceptions are largely the same. This is true despite the fact that the intervening year, 1982, saw a drop in levels of concern on both of these issues. Attitudes have become more negative again.

The data provide evidence that the public is developing a more discriminating attitude about technology. While most people see benefits of new technology for the country as a whole, they remain very concerned about automation's impact on the work place.

increase in public concern about employment issues generally (unemployment, training, security, labour-management relations) are almost certainly a contributing factor in the persistence of widespread concern about high technology's effect on the work place.

As the public's concern about the employment-related effects of automation remain high, so does the belief in the need for expanding manpower retraining programs. The data show a steadily-continuing increase in the number of people seeing this need. In fact, throughout the *Quarterly's* research, "training" has emerged as one of the most sensitive topics among the Canadian public. Over two-thirds believe that they personally could profit from such training. Technology and automation questions strengthen this attitude further,

Figure 2



with 87% saying two years ago that technological change produces a greater need for manpower training programs. A virtually-unanimous 91% say so now. Clearly, the public is not only conscious of possible negative consequences of change in the work place, but sees a great need for policies and programs that will allow people to cope with such change.

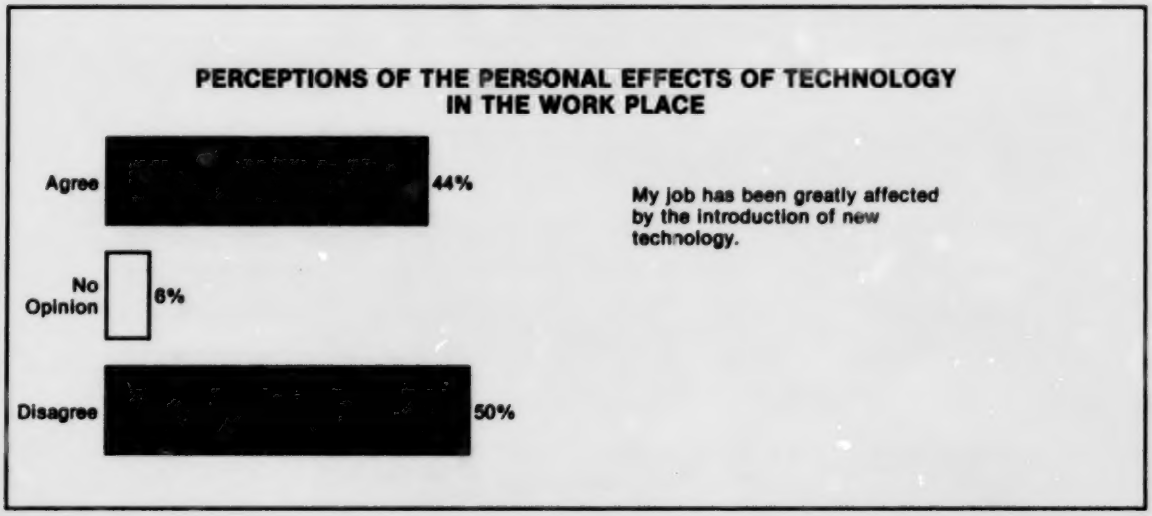
Income and education once again emerge as the factors most strongly influencing public perceptions. Interestingly, however, while the less-educated and lower-income earners are the *most* inclined to predict high levels of unemployment and depersonalization, they are also among the *least* likely to perceive the need for manpower retraining programs.

In addition to the impact of education and income, regional factors influence attitudes on technological change. Residents of Atlantic and rural Canada, the unemployed and women are more inclined to view higher unemployment and job depersonalization as effects of automation. Here again, though, age has little impact on perceptions, except that the perceived need for manpower retraining does increase with age (or, as one is further and further out of school).

c) Technology and Individual Experience

In order to assess the extent to which working Canadians feel personally involved in technological change, *Quarterly* respondents are regularly asked about the extent to which their jobs have been affected by such change. As Figure 3 indicates, most people in June 1983 (50%) still did not perceive that their jobs had been greatly affected by new technology. A significant minority (44%) say that they have experienced such change.

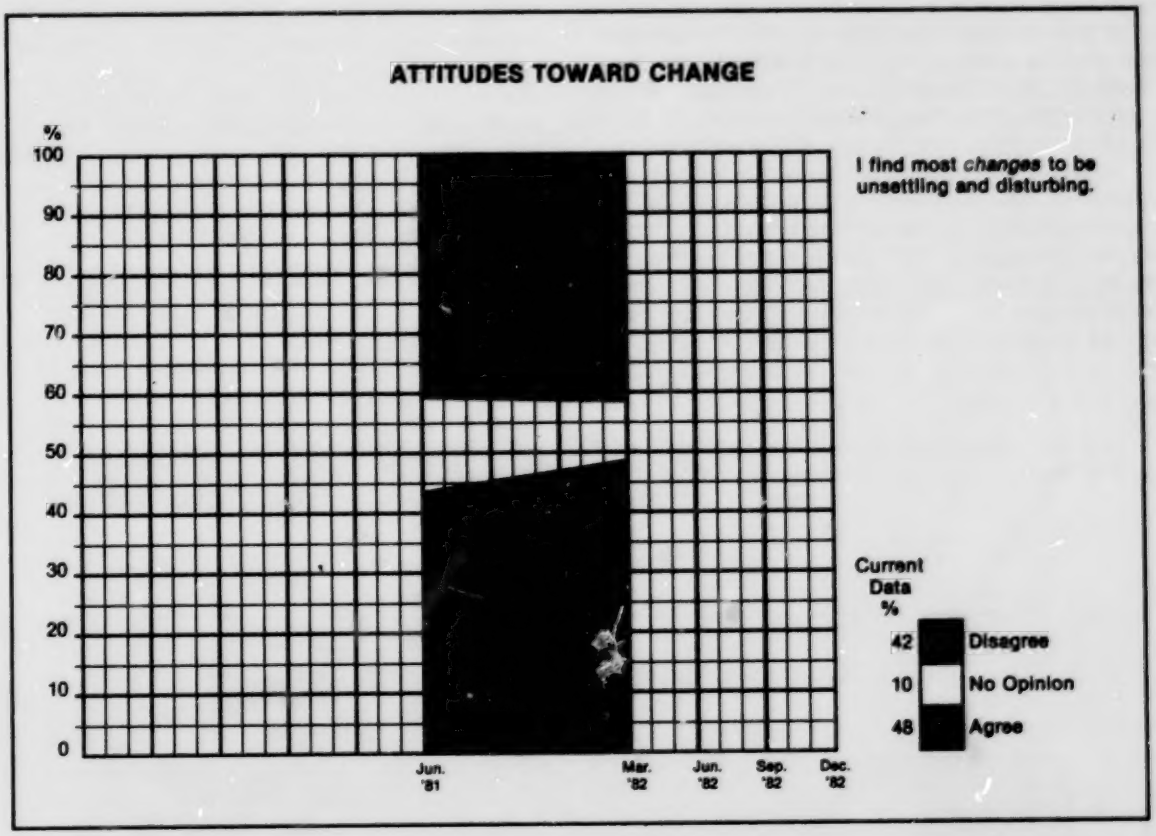
Figure 3



Generally, large numbers in every segment of society report feeling the effects of technology in the work place. Least likely to suggest that they have experienced such change are Quebecers, low income earners and those in clerical, sales and service occupations.

One interesting, and perhaps encouraging, finding is the relationship between those most affected by technology and those least concerned about its effects on the work place. As Figure 4 shows, most people say that they find change to be unsettling and disturbing. However, there appears to be an interesting correlation between actually experiencing technological change and attitudes toward such change. Those who say their jobs have been affected by change are more positive about the effects of such change, indicating that they may find the change a positive experience. On the other

Figure 4



hand, there is not as much correlation between those not yet affected by change and those most concerned about its effect on the work place. There is, therefore, some evidence to suggest that those whose jobs have been affected by new technology were able to adapt to the changes and, as a consequence, are less inclined to see automation as having negative effects. Nevertheless, further data on this relationship will have to be produced before it can be called anything more than hypothesis.

Attitudes Towards Technology and Change

The previous section examined public attitudes toward change. The data suggested that the benefits and liabilities of automation are being perceived in a more discriminating manner. General economic benefits are increasingly likely to be perceived; however Canadians continue to be unhappy about the effects that technology is perceived to have on employment and on the work place itself. This leads to natural questions about why this is so, what impact it will have on future expectations, and hence, upon the public and policy environment which is developing.

The previous section suggested that the public is carefully watching the costs and benefits of technological change. The results are perceived to be different in different areas. Another factor, however, is the philosophical barrier to the concept of change in general. The public, while recognizing that changes in many Canadian practices are required, remains nervous about such change.

The public's reluctance to accept change is even more pronounced when the research is narrowed to look at the balance between technology and people. A steady majority (66%) feel that society is relying far too much on machinery and technology — that a greater

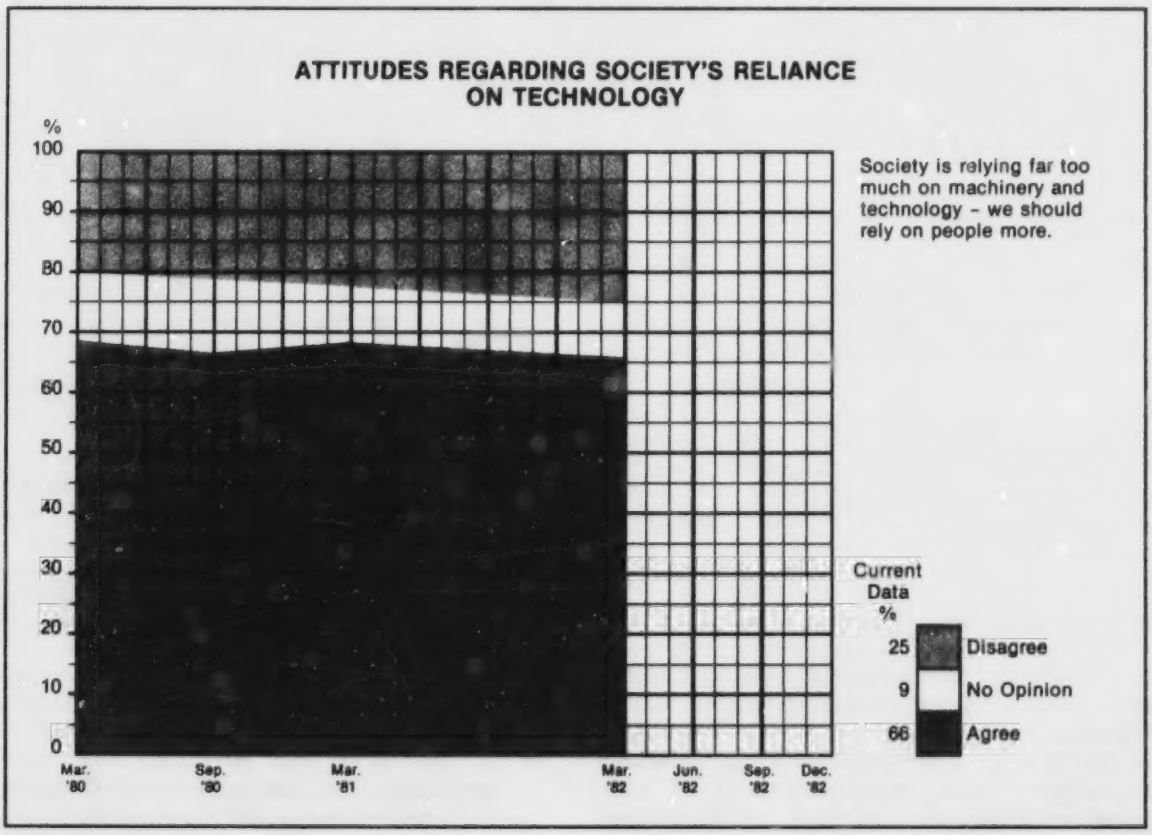
reliance on people should be developed. Only 25% disagree with this statement. (Figure 5)

Those most likely to have reported that changes are unsettling and disturbing are also those most inclined to believe that society currently relies too much on technology. These include lower income earners, the less educated, those over the age of 50, manual labourers, those not working outside the home, females and residents of Saskatchewan. Most undettered by the prospect of change include high income earners, supervisory and managerial staff, technical and professional workers and those with a post-secondary education: people who are most likely to feel that they can cope with the challenges presented by difficult economic times, by complex problems and by changes resulting from those situations.

Two interesting conclusions emerge from these data. First, and not surprisingly, the demographic characteristics that describe those least accepting of change also describe those who have the most negative attitudes about the effect that automation in the work place will have on the economy and on the work force. The converse is also true. The more likely one is to accept change generally, the more likely one is to see the benefits of automation in particular. Secondly, and perhaps of greater significance, those who say that they have not yet been personally affected by technology display the lowest level of acceptance to change. Those who have been affected, on the other hand, display a greater willingness to accept change and less uncertainty about its effects.

The reason for this relationship appears to be grounded in the socio-economic composition of each of these groups. In the past, it has been evident that individuals on the higher end of the socio-economic scale are most inclined to believe they can understand,

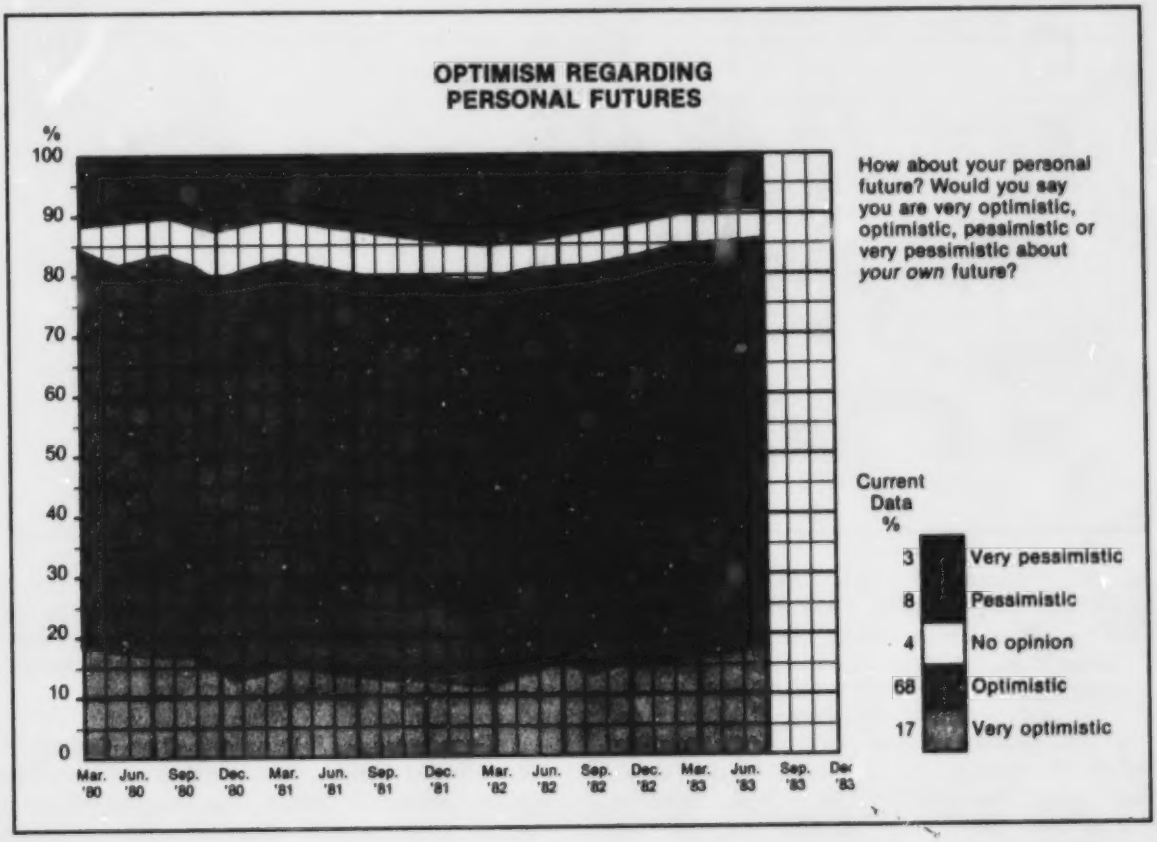
Figure 5



and even influence, change. Personal security and a sense of personal efficacy have an important impact on people's self-described ability to accept and benefit from change.

Canadians are an optimistic society. The Summer and Fall findings reported in the *Quarterly* indicate that optimism regarding personal futures is high (Figure 6); indeed, as high as they have been at any time. However, Canadians, especially over the last couple of years, have expressed considerable concern about the present; they do not, even in the midst of the recovery, feel that things really are going all that well. Unemployment remains a very large concern, the recovery is not felt to be helping solve this problem.

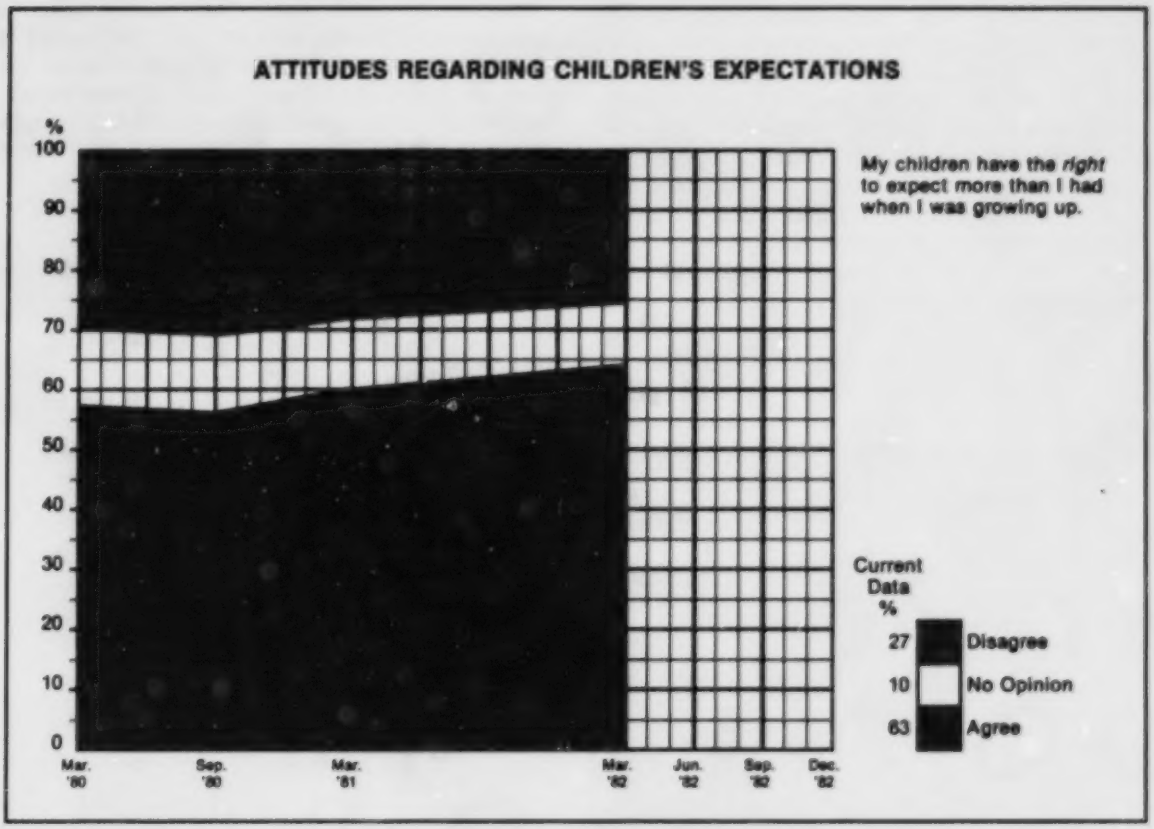
Figure 6



The seemingly conflicting attitudes about the future and the present (optimism vs concern) imply an acceptance, even a demand, for change. The fact that the public accepts, as inevitable, future progress is borne out by the steady, even growing, conviction that the next generation *has a right* to expect more than did the present generation. As Figure 7 shows, 66% believe their children can expect more, with only 27% disagreeing. Interestingly, it is those people who find it most difficult to accept change in their own lives who are most likely to say their children can expect better futures.

Not only does the public recognize, (if begrudgingly) that change is necessary, but the data indicate that people expect the rate of change in the future to escalate. A full 74% of Canadians believe in the inevitability of change — that in fact, Canadian society will experience more change in the next two years than in

Figure 7



the last two (Figure 8). Women and the less educated are far more inclined to expect these changes than are men and the well educated. Further, the people who are most inclined to expect change are the very people who fear change the most.

In short, what we are facing is a public attempting to grapple with and adjust to the inevitability of change. Some people say that they find it more difficult to adjust to change than others, even as they recognize that change is inevitable. Attitudes are further torn by the feeling that technological advances are necessary, and, to a lesser extent, desirable. The benefits are weakly established; the negatives clearly so, in the minds of many Canadians.

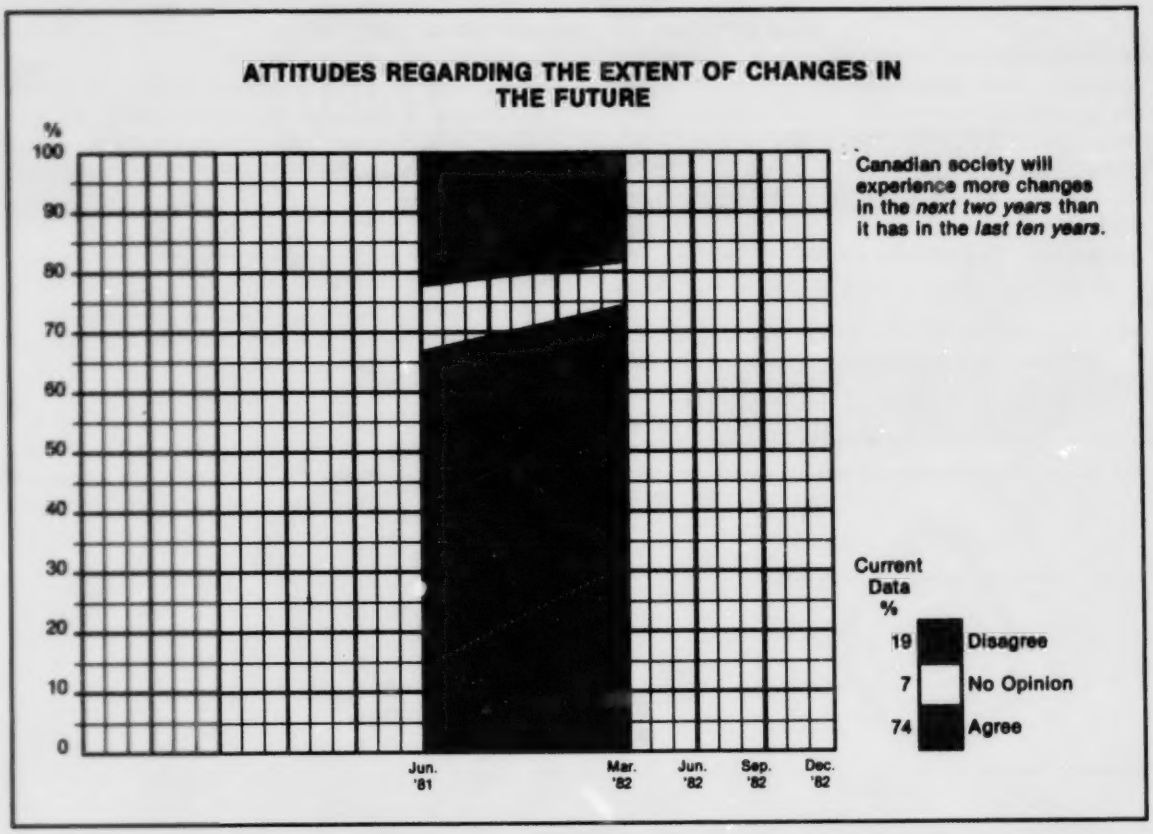
Canada and High Technology

Canadians believe that Canada has a productivity problem — that the country is not competitive with many of its foreign competitors. People tend to externalize this problem, saying that they personally are more productive than average; that the country's productivity problem is someone else's. (This also implies a low sense of personal threat in the productivity debate — it is focussed on "others".)

Canadians (66%) believe that Canada and Canadian companies are leaders in the development of high technology. To some extent owing to this attitude, the bulk of the population does not believe that companies involved in high technology need any greater level of assistance from government than do other industries. As Figure 10 indicates, Canadians are generally content with the amount of government assistance that they perceive high technology firms now receive.

The public seems less certain about the amount of control governments have over the high technology industry. When asked whether they favour or oppose greater government control over that industry, 52% say they do favour greater control (while 42% favoured

Figure 8



less), the highest number of any of the industrial sectors (including oil and gas, mining and banking) mentioned. Despite emerging public opinion trends opposing government intervention in the economy, these findings demonstrate the public's continuing pragmatism on this topic. Government involvement in the economy, particularly in a sector viewed as "key", can still attract support. The public's expectations for the future, and the description of current problems, suggest that the high technology sector may be seen as one of these key sectors. There are two reasons for this: the problem-solving (competitiveness and productivity) aspects of technology, and the problem-creating aspects, namely unemployment, rapid change and depersonalization.

Other *Quarterly* data suggest that Canadians have developed, over the last couple of years, a fairly broad antipathy to increasing government intervention, especially direct ownership. However, some sectors are more affected by this than are others: where problems or opportunities are clearly identified, pragmatism prevails over philosophy. Further, a "safety net" function is increasingly preferred for government over direct intervention, wherein governments help those in need, leaving most of the rest of society and the economy to individual, private sector decision-making.

Atlantic and francophone Canadians, the poorly educated, labourers and the unemployed are all more likely than the average respondent to favour greater government control over the high tech sector. These are, generally, the same people who are most concerned with technological change. Supervisory and managerial staff and high income earners are among those least in favour of further government control. These are, generally, the people least concerned about technological change. Here, again, a "class" of socio-economic distinction between the two groups is evident, a disturbing fact, perhaps, in a country not traditionally marked by such differences.

Figure 9

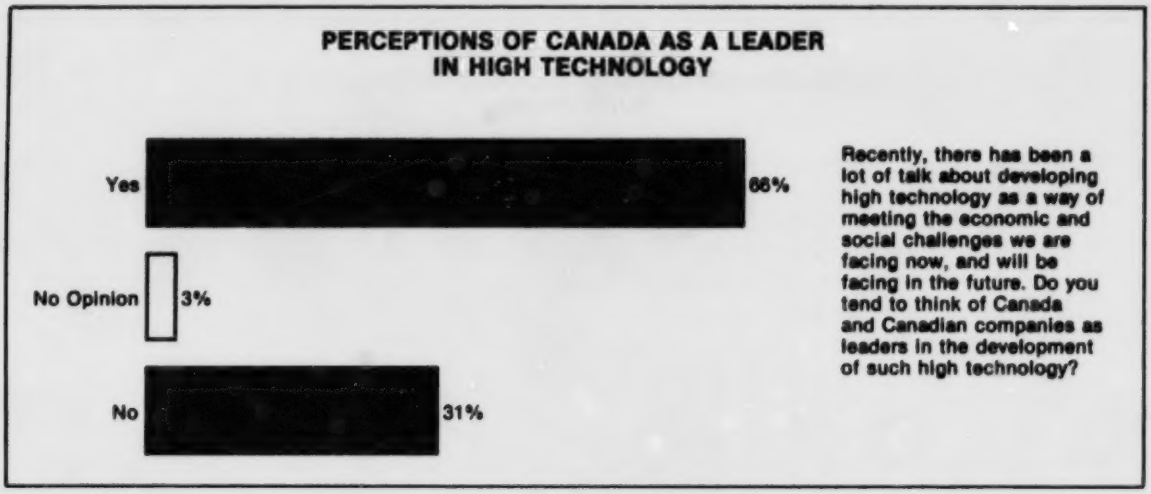
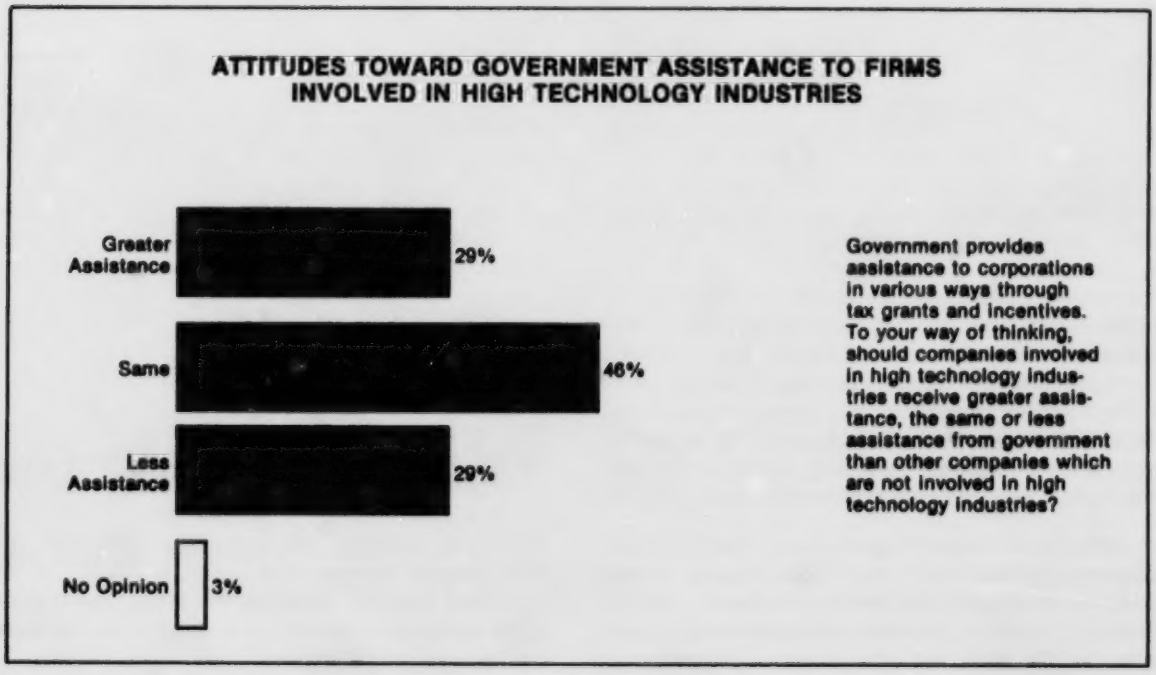


Figure 10



Conclusion

It appears that people are increasingly inclined to recognize the benefits of, or at least the need for, change. They are also becoming more discriminating about the benefits of high technology, remaining concerned about technology's impact on the work force. There is also some evidence that this concern becomes less acute as people come into direct contact with technology in their occupations.

The public does have a predisposition for change, given the country's economic problems. This, however, is accompanied by concerns about the types and pace of change. There is also a strongly-perceived need for change to be accompanied by efforts to help people cope.

This tendency is most prevalent among individuals on the lower end of the socio-economic ladder. Yet even in this group, there is a recognition that change is inevitable, and in fact necessary, to achieve the kind of future that all believe possible for the country and succeeding generations.

Finally, the public feels that government should play a role in the high technology field. In general, the public feels that this is too important an area for governments *not* to remain involved. The acceptance of government involvement appears to be most focussed on supportive and educational functions that will provide Canadians with some measure of protection from the complexities, challenges and problems associated with rapid technological change.

In short, Canadians seem prepared to adjust to change, if in a slow and skeptical manner. The opportunity is there for government and private organizations to undertake adjustments, provided these take place in a reassuring fashion, and are perhaps accompanied by a stronger sense of the general and individual benefits which can be accomplished.

Richard Anderson
Public Affairs International Ltd.

INSTITUTIONAL BARRIERS TO TECHNOLOGICAL CHANGE

Introduction

The subject of institutional barriers to technological change involves vast and complex issues. This essay approaches these issues in very broad terms. As a background to this discussion, it includes some brief comments on: underlying concepts; knowledge, science and technology; and attitudes to institutional and technological change. It then selectively focusses on some institutional perspectives — international, government, business, labour, educational and financial.

Some Underlying Concepts

Man's mind has an almost infinite capacity to create institutions. These are often intended to be vehicles or conduits for change. But they are also often intended to achieve or maintain stability and order, if not a *status quo*. Moreover, institutional organizations, especially if they are established as, or grow into, sizeable concentrations of people, tend to be hierarchical and bureaucratic, creating an environment in which initiatives for change become dulled and ineffective unless they receive powerful encouragement from within, or experience powerful external pressures. They also tend to develop their own "cultures" which either explicitly, or implicitly and sometimes almost imperceptibly, develop inflexibilities that are inimical to change. Thus, even in institutions that have broad terms of reference, the mere definition and periodic redefinition of objectives and "missions" — let alone effective initiation and management of change — is inherently difficult.

New technology, on the other hand, compels change. Its application is akin to biological processes. It can survive only in an environment in which there is death as well as new life. It creates, but it also destroys. New technology is interpreted here to have a very broad meaning, encompassing such far-reaching revolutionary changes as the invention of deposit banking or oral contraceptives, as well as miniscule steps made in the latest technical gadgetry. In this broad perspective, institutional change and technological change can, of course, sometimes be viewed as being synonymous: for example, the establishment of parliamentary democracy may be perceived as a major institutional change, or as a major change in the "technology of governance". Such an example also illustrates the birth and death process — the creation of a wider base of power among the citizenry and the destruction of monarchical powers.

Because new technology compels change, it has, in multitudinous different ways, been feared or welcomed, obstructed or vibrantly pursued. Man — at least, at his best — has a powerful innate curiosity for the new and different, a curiosity that can be visionary or morbid. But man — even at his best — also has an innate aversion to the new and different, because of the insecurities and risks involved. The development of knowledge, science and technology inherently concerns the new and different.

Knowledge, Science and Technology

New thoughts and visions about institutional arrangements, as well as mental efforts to gain new understanding about ourselves and our universe, have provided a stunning historical record of the creative genius of the mind of man. But visions and discoveries are very different matters from innovative implementation of new ideas and knowledge. Basic research, for example, has been defined by the U.S. National Academy of Sciences as "research with no application in view". Technological change, by contrast, is a process of practical applications of both new and existing ideas and knowledge.

Historically, there have been times — indeed, some have argued that most of human history has consisted of such times — when even existing, let alone new, knowledge was considered to be too dangerous to be generally disseminated or transferred.

Instead, it was monopolized and tightly restricted to the care of small groups of elites, either religious or secular. In some situations, this reflected basic mistrust of knowledge and science *per* se. In others, it undoubtedly reflected conservation of information deemed to be too dangerous to set loose because of potential threats to the existing power structures or to social stability.

Technological change has historically been the subject of greater and more widespread reservations and constraints. These have ranged from outright suppression, to discouragement and deliberate frustration of effort, to narrow professionalisms and specializations seeking to deter encroachment into areas of particular interests and claimed expertise.

The Importance of Attitudes

Fundamental to the scope and nature of technological change are human attitudes. The Middle Ages in Europe represented a time of little change. It was characterized by a system of structural rigidities, high degrees of dependence among individuals and groups, and an environment that was infertile for the development and use of new knowledge because it might pervert things already known and be upsetting to institutions already solidly and stolidly in place. The pervasive attitudes in the institutions of power were antipathetic to the concept of "progress".

Contrast this with the situation a century ago. To be sure, by today's standards, the pace of man's scientific, technological and economic progress was relatively slow and simple in the nineteenth century. But, at important points and in key ways, attitudes were different, and had become more hopeful and optimistic about economic and social progress through the development and use of new technology. These latter views have generally prevailed among today's more industrially advanced countries. Moreover, powerful stimulus has been given to the development, deployment and diffusion of new technology, with transportation and communication revolutions that have shrunk man's world in conditions of enormously increased mobility of people, goods, services, money and knowledge. The chief difference between today and previous periods of man's history is the present scope, complexity and swiftness of scientific and technological change, and the far-reaching impacts on virtually all aspects of human life.

Basic attitudes are still poised positively towards technological change. The pervasiveness of this is illustrated by: government measures to promote larger R&D activities and the growth of new high technology industries; business initiatives to develop and apply new process and new product technologies; and consumer attractions to new and more technologically sophisticated goods and services.

Yet, concerns and uncertainties, both current and potential, about adverse impacts of new science and technology are also widely prevalent today. There are many dimensions to these. Two sets are perhaps of special note. One set arises from the previously mentioned fact that technology compels change, and that such change frequently tends to destroy jobs, bankrupt business firms, undermine skills and experience, and generate instabilities. The other set arises from the threats that new technologies may pose both to human life and to the institutions created to preserve and enhance a society's welfare.

Thus, today, there are many elements of ambivalence about technological change. This ambivalence does not appear so much to reflect any deep or widespread mistrust of science and technology, as a concern about basic human nature. Such concerns have increasingly come to be enshrined in social actions and institutions, in legislation and regulations. These focus on appropriate social and technological change, as well as equitable assistance to individuals and entities experiencing adverse impacts from it.

Institutions

Today's world is a vast institutional maze. Canada is involved in many international organizations and institutional arrangements. Domestically, the institutional maze encompasses federal, provincial and municipal governments, business and labour organizations, agricultural bodies, educational and health care systems, legal and other professional and technical groups, the judicial and penal systems, financial institutions, cultural, recreational and charitable entities of many types, such "old pillars" as the family, the community and religious institutions, etc. etc. In varying degrees and in various ways, all of these are affected by (or themselves affect) technological change since it is such a permeating feature of our society.

Obviously, within the confines of a paper of this nature, it is impossible to consider more than a few selected aspects of institutional barriers to technological change. The following discussion therefore focuses on only six areas — international, governments, business firms, labour organizations, and educational and financial institutions. Also, to provide a more manageable basis for such a review, the meaning of technological change will essentially be narrowed to the area of industrial and closely related technologies.

International Perspectives

Intergovernmental relations have evolved in remarkably complex ways since the end of the Second World War; so have relationships among and between private organizations, and between the latter and governments.

In the early period after the War, the basic thrust of the international policies of the major industrialized nations was to create conditions and institutions that

would preserve peace and promote prosperity. The strategic approach to the achievement of these goals was built centrally on the concept of developing a more open international environment, with appropriate institutions to foster such openness. Key objectives were: freer trade, currency convertibility, less restricted capital flows, better policy harmonization — and all of these within frameworks intended to maintain rules that would promote more orderly and less uncertain world economic progress.

For a considerable time, unexpectedly high degrees of success were achieved in the pursuit of these objectives. Inevitably, many of the institutions became involved — some of them very deeply involved — in scientific and technological matters, spanning such diverse fields as agriculture, engineering, atomic energy, communications, transportation, medicine, environmental protection and ocean activities. On the whole, they have unquestionably helped to spur and diffuse technological change on a wide international scale.

This more open world economic and financial environment also created highly favourable conditions for massively increased industrial technological changes and transfers, especially through the rapid growth and spread of multinational corporations. The latter, along with effective technological intelligence systems, appears to have been the most dynamic and cost-effective vehicles for achieving international technology transfers; recent studies have concluded that licensing and joint venturing have been less successful.

In the international field, however, new emphases have emerged during the past 10 or 15 years. Many of these have their roots in sharpened senses of "sovereignty". They include: less open conditions for multinational investment; more narrowly focussed efforts to promote national technological sovereignties; and concerns about excessively cheap foreign sales of industrial technology or inadequate vigilance to prevent industrial technological espionage.

Yet, the risks of serious national compartmentalization would not appear to be great. Under conditions of rapid and complex technological change on a world scale, the direction of basic movement will inexorably be towards "internationalization". This is particularly so of the so-called high technology industries. Among these, are many which are still in the early stages of their growth cycles, and upon whose future, Canada's prosperity may heavily depend.

Government Perspectives

Technological change is clearly a subject which generates mixed feelings in government. On the one hand, governments — and Canadian governments recently have provided good illustrations — seek to encourage and promote "scientific and technological progress" for example, by establishing monopoly patent rights to inventors, by providing special incentives for R &D, by extensive research grants, by allocating substantial resources to technological research within government departments and agencies, by funding technology centers, and by maintaining intelligence networks abroad to monitor new technology and to direct relevant knowledge to appropriate points in the domestic arena.

On the other hand, governments also have great concerns about technological change and may seek to attempt to obstruct it. Although the following quotation is long, it is worth recalling in full, because of its aptness in this context. On January 1, 1829, Martin Van Buren, Governor of the State of New York, and a subsequent President of the United States, wrote the following letter to Andrew Jackson who was then President.

"To: President Andrew Jackson

The canal system of this country is being threatened by the spread of a new form of transportation known as "railroads".

The federal government must preserve the canals for the following reasons.

ONE — If canal boats are supplanted by "railroads" serious unemployment will result. Captains, cooks, drivers, hostlers, repairmen and lock tenders will be left without means of livelihood, not to mention the numerous farmers now employed in growing hay for horses.

TWO — Boat builders would suffer and towline, whip and harness makers would be left destitute.

THREE — Canal boats are absolutely essential to the defense of the United States. In the event of expected trouble with England, the Erie Canal would be the only means by which we could ever move the supplies so vital to waging modern war.

For the above reasons the government should create an Interstate Commerce Commission to protect the American people from the evil of "railroads" and to preserve the canals for posterity.

> As you may well know, Mr. President, "railroad" carriages are pulled at the enormous speed of 15 miles per hour by "engines" which in addition to endangering life and limb of passengers, roar and snort their way through the countryside, setting fire to the crops, scaring the livestock and frightening women and children. The Almighty certainly never intended that people should travel at such breakneck speed.
>
> Martin Van Buren
> Governor of New York"

It is all there: the concern about unemployment; the feared dislocations to the economy; the hazards to human life; the inclusion of a "mega-argument" (national security); even an appeal to the views of a Higher Authority.

Fortunately for Canada, railroad technology forged ahead. Railroads served as a very vital element in the building of this nation.

Government barriers to technological change? Yes, there are many of them. For example, legislation and regulations provide bases that lead to complex and often slow and excessively meticulous processes for project approval and product licensing. Bureaucratic delays and red tape may frustrate timely implementation of new technology until leadership is seized by others. Canada has a relatively poor record in "staging out" promising new technology from government laboratories to successful commercial applications. Rising emphasis on the development of technological sovereignties in Canada has drawn attention away from the opportunities for cost-effective imports of technologies. Most new technology in Canada always has been, and will continue to be, drawn from outside the country. The late Senator Maurice Lamontagne, when he was Chairman of the Senate Committee on Science Policy, stated that if Canadians were highly successful, Canada could expect to account for about 3 percent of the world's total new inventions.

In addition, competing and conflicting national economic and social goals — in areas such as regional development, sectoral growth, new job creation, foreign investment and energy, to name only a few — have innumerable, kaleidoscopic adverse impacts on technological change. Moreover, in a very general way, successful technological change in Canada has been impaired by an unbalanced approach by government to the whole process of innovation. Relatively heavy focus has been placed on the early stages of invention (R&D incentives and patents), and relatively less on the later and usually more costly stages of applying new inventions successfully and diffusing these applications quickly and widely through the economy.

Yet, with the growing recognition of the key role of technological change in the pitiless world of intensifying competition, and with growing acceptance of the view that we are now globally involved in a "nova-like" technological explosion in the field of information, more encouraging and cohesive approaches to technological change by government appear to be emerging.

Business Perspectives

Business organizations represent the dynamic core of changing industrial technology. This is where most of the action is and should be. This is where outstanding management and organizational skills should be pushing forward the frontiers of new process and new product technologies, and mobilizing new capital investment and appropriate human, material, financial and other resources to make them work well. This is where technological change should be working its magic to help produce productivity gains that ensure growth, contribute to successful penetration of foreign markets, assist in countering foreign competition and adjust to changing domestic demand patterns. Such productivity gains should further help, especially over the longer run, to improve average real living standards, create more and better jobs, restrict inflationary cost increases, maintain viability in a nation's international balance of payments and generate a rising overall base of taxable national income to support a society that is both humane and committed to individual freedoms.

The stories about successful industrial innovation in Canadian business are legion. Many are stories of great accomplishments under conditions of great uncertainties, adversities and fragilities. But it is a basic trait of human nature to wish to take full credit for success and to be critical of external sources and conditions that have deterred efforts or made them only partially successful. The fact is that within business firms, too, there are frequently barriers to technological change. These come in many guises and sizes.

A few illustrations:

— organizational failures, in the sense of developing and tolerating hierarchical and bureaucratic structures that confine and dull human entrepreneurial talents and creativity in many parts of an organization;

— human resource management policies that fail to make effective use of the rising levels of education and skills of employees, and by doing so, breed apathy and alienation, and perhaps even destructive adversarial relationships in the workplace;

— inadequate bases and systems for gathering, evaluating and communicating information about new technological change, especially among competitors; as well as unexplainable slowness in applying known and proven technologies (dozens of analytical studies have demonstrated that technological diffusion is generally an extraordinarily slow process);

— lack of effective longer-term strategic R&D planning, especially in the field of new product development (to bring major new product lines to successful commercialization on a significant scale typically requires many years of development); and

— inadequate priorities to such matters as "obsolescence monitoring programs", development of more technologically-oriented management, and employee retraining systems (see below under Labour).

Such deficiencies in Canadian business firms require urgent attention as it becomes increasingly apparent that technological superiority is growing in many industries among our principal industrial trading partners.

Labour Perspectives

In recent years, labour unions have frequently been singled out specifically, and the collective bargaining processes more generally, as important barriers to technological change. They are, but the issues are often complex.

Collective agreements are vehicles that set out detailed terms of contracts, going well beyond matters of wages and many other forms of compensation and benefits. They deal with such wide-ranging issues as job content, working conditions, working hours, seniority, grievance procedures, occupational health and safety, procedures relating to strikes or lockouts, procedures about introducing technological change, retraining programs, etc. Some of them are massive, detailed documents.

The aim in such agreements is to codify specific conditions and commitments governing both the responsibilities and conduct of business management and those of union workers. In attempting to achieve this end, it is inevitable that collective agreements, typically forged and tempered in adversarial cockpits, should become instruments embodying rigidities. These can greatly complicate, slow or even preclude technological change.

Barriers to technological change typically arise not so much from the "upthrust" of compensation packages — although these may threaten job security (or a firm's survivability) as cost cutting is mandated by unforeseen competitive pressures and/or demand weaknesses. It is, rather, the inflexibilities in work rules, seniority provisions, job specifications and processes for accommodating change that give rise to problems in technological adaptations. Of course, compensation increases and the rigidities imbedded in collective bargaining agreements may work in perverse and vicious ways, especially if the commitments to "better pay" accentuate needs for faster technological change, especially labour-saving change, that cannot be readily implemented because of contractual limitations of various kinds.

A further problem arising from the collective bargaining process is that the inflexibilities of labour agreements may encourage inflexible attitudes and "mind settings" on the part of workers and their leaders, and perhaps even to militant opposition to preserve *status quos* and to obstruct change.

On the whole, unionization and collective bargaining do not appear to coincide easily with dynamic changes in industrial technology. In a world now experiencing an extraordinary acceleration of technological change, this is a reality that labour unions are having considerable difficulty addressing. As a consequence, traditionally strong industrial as well as craft unions appear to be losing power and position. At the same time, companies in new high technology industries remain largely non-unionized.

The heading of this section deliberately refrained from using the word "union". It is not merely labour in the context of union membership and collective bargaining agreements that is relevant to the subject of this discussion. Non-unionized employees are also of vital importance. Often in the struggles of middle management, in the comforts and paternalisms of hierarchies, in the individualistic concerns of the functional professionals and in the cozy and seemingly secure corners in various parts of a business, technological change is a matter to be ignored or abhorred. The capacity of non-dedicated, non-motivated employees to obstruct technological change should never be underestimated.

Morever, such change is often perceived as being in the realms of responsibility of management, the engineers and technicians, and the researchers and planners. Not seen, and frequently without adequate encouragement to be seen, are the long-term self-interest roles that many employees can play themselves (or in small groups) to initiate, facilitate, adjust to, and benefit from technological change.

Nothing in the preceding discussion should be taken to suggest that changes in industrial technology can be easy, smooth or painless. Such changes often do destroy jobs and skills, but simultaneously they create new ones. The full costs of adjustment should not be borne solely by those who are adversely affected. Because business and society as a whole derive benefits from such change, they have responsibilities to ensure that such costs are eased, through adjustment policies and programs. The latter may take many forms. But on the whole these do not appear to be working well in Canada. If one were to choose a single illustration, it perhaps should be that of retraining. Industrial retraining, with some notable exceptions, is not a field in which Canadian business has either strong traditions or good systems. Lack of effort and success tends to be attributed to resistances and fears among employees, or to rigidities in collective agreements. All too few firms have yet realized that a major investment in retraining, largely in their own long-term self-interest, should be a high priority if frustrating barriers to technological change are to be reduced.

Educational Perspectives

The issue of retraining logically leads to larger issues about the role of Canada's educational system in a world of more dynamic and swift technological change.

It has been well documented in the United States that a major deterioration has been taking place — a deterioration that cannot be quickly reversed — in both the quantity and quality of education in those areas that are of the most vital importance to a technologically changing industrial system, particularly the areas of science, mathematics and engineering. Piecemeal evidence suggests that a somewhat similar deterioration appears to have been occurring in Canada.

Technological change is, of course, ultimately the result of the genius of creative minds in applying new and spreading knowledge. Lack of availability of adequate numbers of well-educated and well-trained people in relevant disciplines can thus become the greatest of all possible barriers to technological change.

In this context, three deficiencies in the present educational system would appear to need to be addressed:

— the blurring of focus on technical training among the post-secondary technical training institutions that were largely established in Canada in the 1960s;

— the degree of emphasis on more theoretical and abstract approaches to university education. Growing emphasis on these approaches naturally emerged in the 1960s and 1970s when the university system was exploding, and when large numbers of graduates, especially those receiving post-graduate degrees, were being drawn back into the educational system itself. Now, and for the foreseeable future, the bulk of such graduates must make their careers elsewhere, and therefore require more emphasis, in their education, on applied research and problem solving; and

— the importance of strengthening direct linkage between universities and business and other organizations.

Finally, it is worth recording that the single most important contributing factor to the dramatic emergence of agglomerations of new high tech activities — such as those in California, Massachussetts, North Carolina, Texas and the Ottawa Valley — clearly appears to be proximity to universities or research institutions with outstanding capabilities in fields directly relevant to technological change. This suggests an interesting and controversial question, "If the development of new high technology industry is to be a major Canadian goal, should governments and university administrations be shifting towards a discriminatory allocation of resources to teaching and research in the fields of science, mathematics and engineering?"

Financial Perspectives

It has been long and widely claimed that technological change and new high technology ventures cannot gain adequate access to financing — especially equity and longer-term debt financing, and especially from the traditional and larger financial institutions. Are there barriers here to technological change?

This is a large and complex subject. Major financial institutions have, of course, fiduciary responsibilities — to depositors, pensioners, insurance policy holders,

trust funds, etc. — responsibilities governed by law and regulations, as well as by prudence and cold calculations of risk. But over the years, many new types of financial lenders have sprung up to seek opportunities and niches in the financial markets, and to respond to varying needs. Some have been private. Others have been established by governments, both federal and provincial.

In both the government and private sectors, new institutions have focussed particularly on the financial needs of new and small business, often with special attention to high technology initiatives — such as venture capital financing institutions, venture capital activities of large resource-based or other corporations, official development banks and corporations. To these have been added greater leniencies in tax regimes, new instruments (such as Small Business Development Bond), grants of various kinds and low-interest loans. At the same time, private savings and personal financial resources have grown substantially as the nation has generally become more affluent. In this milieu, it is clear that new and small business firms have come to take the leading role over larger and well established firms in the generation of new jobs and new types of activities. Thus, although it is difficult to conclude with categorical firmness that the financing conditions for starting up new high technology enterprises have improved, there is a high probability that this is so.

A more serious question may be posed about the financing problems that may be confronted by a highly successful, exponentially growing firm that has made an extraordinarily successful technological breakthrough, and quickly needs very rapid access to additional financial resources to continue to power its way to a solid, established position. What may be difficult to achieve is necessary financing without the loss of control of the founder(s), since the financing required is frequently equity funds that can be secured only through a merger or through market offerings that disperse ownership.

On the whole, it would appear that even with the accelerated pace, and much more widespread pattern, of technological change, financial barriers to such change have not intensified, and may well have been generally reduced.

Conclusions

We live at a time of immense, complex and accelerating technological change. The overall momentum for such change is not slowing. Indeed, with growing knowledge, generally higher levels of education and greatly increased research, and in the midst of an information revolution of unquantifiable dimensions, a weltering array of technological change is a central fact in the lives of Canadians.

The main focus of the preceding discussion has been on institutional barriers to technological change. The central conclusion is that while there are many barriers, these are not preventing the ongoing tide of change — basically because the human, social and economic imperatives for change are so great.

In fact, a key question confronting Canadians is whether both the overall pace of such change, and more particularly some of the fields and directions of movement, should be more strongly encouraged — in order to achieve, for example, greater national prestige and distinction, and a stronger industrial economy. There are, of course, costs of adjustment to technological change. But there are also costs — perhaps large, longer-term, and often hidden costs — in lagging Canadian technological performance.

It is vital that if faster technological change is to be successfully and appropriately achieved, there should be a parallel encouragement of more positive attitudes to change, especially in the sense of promoting a more diligent search for the kinds of change aimed at maximizing economic and social benefits.

Arthur J. Smith

WHAT ARE THESE NEW TECHNOLOGIES?

Once upon a time
chipping flint was a new technology

In recent years, Canadians have been taking a long, hard look at their traditional resource-based industries, the secondary manufacturing and processing sectors and, with growing interest, the prospects offered by the rapidly expanding science-based industries. It has become increasingly clear that in order to compete and to survive in the post-industrial world, Canadians must not only improve productivity in traditional areas but must carve out for themselves new spheres of excellence in the domain of science and technology.

Despite recent downturns in the world economy, developments in science and technology are moving ahead rapidly. Work is being carried out in diverse fields in many countries and competition among advanced industrial nations is intense. At the same time we are faced with new challenges by a rapidly industrializing third world.

The new age in which we find ourselves is characterized by extensive application of technology to new products and old processes. It offers new opportunities for rapid expansion, enhanced productivity and increases in employment. The industries of this new age are based upon technological innovation applied on a massive scale to information handling, control systems, power generation, entertainment, processing, manufacturing, services and a host of new activities which can scarcely be compared to anything in the whole of human experience.

These activities, these new areas of technological and scientific development, fall into four broad categories: microelectronics, including the major areas of computers and communications; the related area of optoelectronics, including lasers, light-emitting and light-sensitive devices and optical fibres; biotechnology, including genetic engineering, processing, energy and food production; and materials technology which is providing us with everything from new fabrics and adhesives to turbine engines and construction materials.

It is an era in which some Canadian investors are facing bankruptcy, voluntarily closing down enterprises based upon obsolete technologies or are confronted by high quality, low priced goods from newly emerging industrialized countries. For Canadians, two alternatives present themselves, both of which show promise for the future.

We can turn our attention to those areas in which we have traditionally maintained a competitive edge by virtue of possessing scarce natural resources. Here, we can remain competitive in the exploitation and processing of those resources by applying increasingly innovative methods to these traditional activities. At the same time, there are other areas of endeavour, such as communications, transportation, energy and aerospace, where Canadians have achieved mastery in the course of nation building and where we can, with the same determination and instinct for survival we learned from our forefathers, continue to lead the work through continued application of the new technologies.

A Transformative Technology

During the middle years of this century, Canadians became aware that a new age was about to unfold, if not with the suddenness of a thunderclap, certainly with all the drama of a great curtain rising above a vast and colourful stage. The nuclear age dawned; military aviation was perhaps the most visible manifestation of technology, but we were bemused by the post-war explosion of consumer goods, automobiles, new homes and fashions.

Less visible on the world stage, but soon to have even more far-reaching impact, were the invention of the transistor in 1948, the unravelling of the mystery of DNA in 1953 and the development of the laser in 1957.

The pages of mass circulation magazines were often filled with highly imaginative visions of this "future world," which seemed to hold a strong fascination for all. The precise nature of this world of tomorrow was not at all clear to us. Almost without exception, these speculations have proven to be either wildly inaccurate or grossly inadequate. The nature and scope of nearly all the social and technological changes that have swept Canadian society during the past two decades were apparently beyond prediction.

In the past, there have been other technological developments of a profound nature that, over time, changed the ways in which we behaved, saw the world

and carried on our daily lives. These we may call "transformative technologies."[1] Their effects are so profound that they bring about significant change in human existence. In the field of transportation, for example, we have seen the development of the railway, the automobile and the airplane, each of which in its way and in its time have annihilated distance and altered our perceptions of the world.

Another distinguishing characteristic of the new technologies is the rate at which change is brought about. In the past, major technologies evolved over the span of one or more generations. The societies which gave birth to them had time to absorb the resulting changes to the way people thought, lived their lives and interpreted events in the light of new knowledge. We have had three generations to internalize the phenomenon of air transportation. The nuclear age, on the other hand, broke upon an unsuspecting world literally overnight, changing forever our notions of warfare, security and international relations.

The commercial availability of integrated circuits in 1961 gave rise by 1971 to the microprocessor. A cascade of products and applications followed, fuelled by exponential growth in computing power and the attendant drop in unit costs. This rate of development can only be described as breathtaking.

These discoveries are recent events. They have taken place over the span of less than a human generation. The challenge with which we are now confronted is perhaps an unexpected one. To what purposes shall we put these new technologies, these new powers with which the human race has been endowed? What does one do with a chip comprising a hundred thousand solid state devices? or a million? or a hundred million?

And what of the eagerly awaited future? the home of the future? the office of the future? the factory of the future? The answer seems to be that the future has arrived. We are living the future now. Its one unassailable feature is change-non-stop, irresistable change.

Microelectronics

We live in an information age. We speak of an information economy and the information society[2]. Handling information has always been a cumbersome task. Anyone who has ever written a concise business letter or personal note knows this. The builders of the pyramids knew this and so did the medieval scribe. We codify our perceptions and our experiences in words, numbers and graphic images. The large scale, high speed storage, manipulation and retrieval of this data has always been a problem. Until today.

Microelectronics, electrical information-handling systems comprising very small components organized on a very large scale, makes it all possible. Digital techniques enable us to reduce language, symbols and pictures to large quantities of very small numbers, mostly ones and zeroes. Computer systems, based on semiconductor technology, store, manipulate and retrieve data in digital form on an enormous scale and at nanosecond speeds (billionths of a second).

Semiconductors conduct electricity (a flow of electrons) in specialized ways. They comprise materials such as silicon, gallium arsenide or germanium, which are grown as crystals with tiny amounts of impurities added to alter their electrical conductivity. Two types, positive and negative, are combined in the transistor. Transistors are used as rectifiers, amplifiers and switching devices, basic components which are combined in large numbers to build electronic devices and systems. The name solid state distinguishes these devices from their vacuum tube predecessors. Solid state devices are smaller, less expensive and more energy efficient than earlier systems. They are constructed in such a way that many individual components can be produced together on a single foundation or substrate. Thus, the "chip" was born.

Much of the manufacture of semiconductors is dependent on thin-film technology. Research in this field is being carried out at the National Research Council's Division of Chemistry.[3] Earlier techniques, some of which are inefficient and wasteful of materials and energy, are being supplanted by new methods such as magnetron sputtering and metalorganic chemical vapour deposition. These techniques enable the creation of films down to 0.0001 millimetre in thickness with a high degree of purity and consistency.

The increasing miniaturization of these systems is leading inexorably toward such fields as modular chemistry,[4] in which an ultraclean substrate is exposed to a chemical bath adding only one sub-unit of a molecule to specific areas of the surface during the course of the reaction. A series of reactions with the same or different reagents builds up molecular "wires" or conductors, insulating regions and switching or memory devices.

Problems to be overcome in these areas include assembly of arrays, organization of components into new kinds of systems and research into the characteristics of electrical devices that are so close to one another

that they are no longer discrete entities. One possible outcome of this research is new micro- or nano-fabrication techniques with applications not presently foreseen. Computer- assisted design, increasing degrees of miniaturization, laser, electron beam and photochemical etching and increasingly automated manufacturing processes are giving rise to ever more complex generations of high-density transistor-equivalent devices, including large scale memory storage systems. One such memory system proposed recently relies on the phenomenon of photon echo within a three dimensional unstructured medium which may be crystal, glass or gas. Access would be by intersecting laser beams. Capacity of a system occupying a volume of one cubic foot is estimated at 1,000 trillion bits.[5]

So intense is competition at the international level, that those involved in development and manufacture of integrated circuits (chips) are pooling their resources more and more, particularly in the area of basic research. In the U.S., several chipmakers joined forces in 1982 to set up Semiconductor Research Corp. to organize and sponsor basic research. This year, another non-profit venture, Microelectronics & Computer Technology Corp., was set up to undertake high-risk, systems level research in computers and software.[6] These moves represent a significant reaction to the threat of competition from "Japan Inc."

In Canada, funding comes from a number of federal departments and agencies, though a concerted national strategy for development of any area of high technology has not yet emerged. The province of Ontario has assisted in the funding of two microelectronics development centres which, in addition to research, will provide a manufacturing capability for the custom chip market. Provincial governments, notably British Columbia and Alberta also provide some funding. The federal government has supported the creation of a number of university-based microelectronics centres, to assist industry in applications primarily. The Natural Sciences and Engineering Research Council is setting up a national network of design centres at a number of universities for the development of Very Large Scale Integrated circuits. The centre of Canada's microelectronics industry resides in the Ottawa area. More than 300 companies are engaged in research, development and manufacturing in the areas of computers, communications devices, switching, satellite communications, data transmission and software development, including custom software, computer-aided learning systems, computer assisted design and manufacturing, and commercial development of Telidon, the federally developed protocol for videotex, to provide alpha-numeric and graphic information to homes and businesses via existing systems such as telephone lines and cable television links. Also in the Ottawa area are many companies engaged in laser-optics and biotechnology.

An aspect of computer technology that has received much attention in recent years is artificial intelligence.[7] This has applications in two important areas: robotics and the "fifth generation" computer. Intelligent robotics is expected to have a prominent role in factories of the future, and this will be one of the areas of investigation at the new NRC national research centre for manufacturing and production technology being established in Winnipeg. Development of the intelligent computer has been announced by Japan as an objective for the 1990's.[8] Some North American computer experts are alarmed, some skeptical, while others maintain that if Japanese researchers achieve only half their objectives, they will still have made a significant breakthrough in efforts to dominate the field world-wide.

Canadian accomplishments in the field of telecommunications and, indeed, its importance to Canada is highlighted by the fact that it is now eleven years since the first Canadian geostationary domestic communications satellite was launched into orbit above the equator. It is now ten years since the world's first continent-wide digital data transmission network went into operation, in Canada.

Work in these areas will continue to be of vital importance to Canadians. But it is in the application of new technologies to Canada's traditional resource-based industries that the future lies. The domestic market for new systems, techniques, machinery and equipment, new processes and new products is large and the export potential very great.

Optoelectronics

Information, data, zeroes and ones have to be moved from place to place. If the information is to go a long distance, it will be converted to microwaves and beamed via satellite to the next city or across the ocean. But if it is to move only within the computer or to the next office or across town, it may be converted to light and transmitted via an optical fibre to its destination.

In recent years, new methods of generating, transmitting and detecting light have been developed and harnessed in the interests of science and industry. Visible light inhabits the electromagnetic spectrum from

wavelengths of about 700 nanometres (red) to 350 nanometres (violet). Optoelectronic devices operate at wavelengths ranging from about one millimetre (infrared) to 10 nanometres (ultraviolet).

Light-emitting diodes (IEDs) are tiny solid state devices which emit light in various colours and infrared. They consume very little energy, last more than fifty years and can be turned on and off in nanoseconds.

Photocells are solid state devices which convert light to electricity. They are used in communications systems, measurement, calibration, photography and the generation of electricity from the sun.

The laser (light amplification by stimulated emission of radiation) produces light of a single wavelength (colour) and is said to be coherent.[9] Ordinary light comprises a range of wavelengths and is termed incoherent. Coherent light has a number of useful characteristics. Its waves are equally spaced and their frequency is constant. Being of a single frequency, it can be focussed extremely accurately and produce high temperatures. It is not diffused over distance. Lasers may be gas-based or solid, utilizing crystals or semiconductors. They can be electrically or chemically powered and can be pulsed or continuous-wave.

Optical fibres may be glass or plastic. They can be very small, the diameter of a human hair, and bundled in large numbers or used singly. They conduct light in straight lines or around corners, over long distances, with very little light loss.

Integrated optics includes a range of other devices, such as modulators, magnet-optic switches, electro-optic scanners, waveguides, mirrors, lenses, prisms, beam splitters and polarizers.

Some of the leading-edge research, design and application of optical systems have been accomplished in recent years by Bell Canada in cooperation with Northern Telecom Canada and Bell Northern Research.[10] Optical fibre systems have become increasingly important for a number of reasons. Higher bandwidth, compared to traditional copper wire systems, enables the carrying of more information per unit of time, including the simultaneous carrying of data, voice and television image signals. Signals may be carried up to 20 kilometres without regeneration in present systems. This compares to one to two kilometres for copper wire systems. By 1984, improvements will enable this to be extended to 50 kilometres for optical systems. Glass fibres made from silica, the principal component of sand, together with other improvements over conventional data handling networks, may result in materials, installation and operating cost reductions of 30% for inter-office trunk cables.

Biotechnology

An important consideration that arises in any discussion of biotechnology is finding and agreeing upon a suitable definition of the field. In part, this difficulty arises from the fact that some biotechnological activities are an extension of traditional ones such as food processing utilizing fermentation techniques that go back hundreds or thousands of years. The Organization for Economic Cooperation and Development in its report, "Biotechnology: International Trends and Perspectives," published in 1982, after examining a number of recent definitions, settled on the following:

> "the application of scientific and engineering principles to the processing of materials by biological agents to provide goods and services."

Biotechnology is dependent upon a multidisciplinary approach to development.[11] Chemical and biological engineering, microbiology, applied genetics, molecular biology, biochemistry, toxicology, biostatistics, forest and foods chemistry, physiology and parasitology are all part of the interdisciplinary science base that has made the recent rapid advances in the field possible. Nevertheless, it is fair to say that much of the interest in the field today is focussed on new applications of recombinant DNA techniques.

Many desirable substances are or can be recovered as byproducts of the metabolism of micro-organisms. Today, it is common practice to alter the genetic material of bacteria, or other organisms, in order to create a particular product. Such products often cannot be obtained in any other way. The way the technique works is this. Plasmids, naturally-occurring ring-shaped structures of DNA, are identified within the cell. Enzymes, known as restriction enzymes, are introduced to cut the plasmids at specific, predetermined points, removing a portion of the genetic material which is discarded. New genetic material is then introduced and, with the aid of other enzymes (ligases) is attached to the original plasmids, closing the ring. The DNA is now said to be "recombined". The bacteria have a new ability to produce the desired substance or product.[12]

The genes thus introduced into the plasmid may have been produced synthetically, built up from protein

chains assembled by a computer-controlled "gene machine." Another method of gene synthesis involves identifying a naturally-occurring sequence by spectroscopy and modifying it to resemble, for example, the human gene for the production of growth hormone. In this case, the bacterial product would be synthetic human growth hormone.

Current activities in the field of biotechnology include basic research in genetic engineering, enzymes, fermentation, fused cell techniques, microbial physiology, biochemistry and biomass. Much work remains to be done in systems engineering, both for production of bioagents and industrial applications.

Although Canadian activity in the field has been described as "extremely low," some notable achievements can be cited. The Canada Centre for Mineral and Energy Technology (CANMET) of the Department of Energy, Mines and Resources has developed a technique for the extraction of uranium from iron-containing ores by means of bacterial leaching. Normally, sulphuric acid is used to leach out uranium from ore, but the technique becomes inefficient when soluble ferrous oxide is present. CANMET, however, has identified a strain of bacteria which will convert ferrous oxide to insoluble ferric oxide both quickly and cheaply, enabling the standard leaching process to proceed.[13] Similar techniques are either in use or under development for the recovery of copper, nickel, zinc and other metals.

Researchers at the National Research Council of Canada three years ago succeeded in cloning genetically- altered bacteria capable of producing synthetic human proinsulin, used by the body to produce insulin. Canadian diabetics have hitherto had to rely on animal insulin extracted from 2.5 million pounds of pig, sheep and beef pancreases annually, with attendant side-effects due to chemical differences between animal and human insulin.[14] Recently, workers at NRC's Molecular Genetics Laboratory have succeeded in producing proinsulin using yeast, though commercial production of the hormone by this means has not yet been perfected.[15]

One fruitful area for application of biotechnological methods is Canada's vast pulp and paper industry. Many of the stages in the processing of wood cellulose into paper products are energy intensive, polluting or both. Operations, from the removal of bark from logs to the treatment of waste water, can be improved and made more cost-efficient through the application of biotechnological techniques.[16] In the face of competition from both third world and developed countries, the survival of the Canadian industry may be at stake. Microbial enhanced oil recovery is another area for intensive development.[17]

The federal government has this year announced $65 million for establishment of a major biotechnology centre in Montreal and a plant breeding facility in Saskatoon. Additional funds have been committed for a national biotechnology development program. It is a technology with great relevance to important sectors of the Canadian economy, including agriculture, forestry, fuels, health care, mining, pollution control and the recycling and treatment of waste products. It has the potential to revolutionize certain sectors of our economy. At the same time, its long term prospects are probably beyond our ability to forsee.

Materials Technology

An important area of technological development for many years has been materials, principally metals, plastics and ceramics. Both economic and strategic considerations are spurring the search for new materials and applications. In the United States, work is going forward in finding new alloys to replace strategically important metals. Nickel, aluminum and titanium are being combined in new ways to find replacements for cobalt, tantalum and columbium. Japan, heavily dependent upon imports for many of its requirements, is seeking to substitute ceramics for cobalt, vanadium and chromium,[18] just as it is developing biochemical substitutes for traditionally petroleum-based products.

Resistance to new materials for airframe components from airlines and defense establishments has not deterred engineers in West Germany from long range research in the field. They believe 70% to 80% of secondary components in the next generation of aircraft will be of carbon fibre, including 70% of wing and tail parts, resulting in weight reductions of 20% for wings and 15% to 18% for tail assemblies.[19]

Basic industries are not exempt from the pressures of modernization. In West Germany, the "coal reduction" method of steel production is being introduced. Dispensing with expensive coking plants and blast furnaces, the new methods benefit from lower capital costs and may be carried on in smaller scale plants than previous methods. Cost reductions of $15 to $20 U.S. per ton for pig iron can be enhanced by the recycling or sale of coal gas, a voluminous byproduct.[20]

The glamour material in the eighties is ceramics. Silicon dioxide and nitrogen, the principal constituents

of sand and air, when refined and combined with additives and binders, can be injection moulded using techniques borrowed from the plastics industry. Heated, it becomes extremely hard and wear resistant.

Ceramic coatings for high-stress bearings in diesel engines are already in use. Ceramic transducers are employed in sonar for anti-submarine warfare systems. Superalloy turbine blades for marine use currently sell for $250 to $300 a pair. Silicon carbide vanes can reduce those costs to between $5 and $10.[21]

The ultimate objective of much ceramics research and development is automotive engines with major components of ceramics, enabling higher running temperatures, perhaps without cooling systems. High efficiency small turbines for automobiles may become a reality after decades of research. The ability to mould with great accuracy parts previously machined could reduce the need for new robots (and workers) for bending, drilling and welding operations.

In Canada, interest has centered on metallurgy, principally in the service of the hydro-electric, nuclear and aerospace industries. Foreign dominated sectors of the economy have, for the most part, contributed little to materials research. Plastics processing technology in Canada is largely dependent upon resin producers and machinery manufacturers in Europe and the U.S.[22]

Conclusion or Where Do We Go From Here?

As we probe more deeply into the world of the atom, learn to master more of the electromagnetic spectrum and push back the veil of wonder surrounding life itself, it is worthwhile to sit back now and again to ask ourselves, what we are doing? and why? Quite simply, we are learning to understand more of the universe around us and to turn it to our purposes. Human beings are gifted with a boundless curiosity and, on the whole, we tend to make the world a better place in which to live.

Our fascination with the new technologies is the current manifestation of that process and, as Canadians, we naturally have our own perspective on all of this. But in the end it may turn out that the technologies themselves are the greatest resource of all.

Thomas Masters

Notes

1. Science Council of Canada, Report 21, *Strategies of Development for the Canadian Computer Industry*, Ottawa, 1973.
2. Science Council of Canada, Report 33, *Planning Now for an Information Society*, Ottawa, 1982.
3. National Resarch Council of Canada, Science Dimension Magazine, 1983/3, *Conducting Crystals*, Ottawa, 1983, p. 18.
4. Science (Journal of the American Association for the Advancement of Science), May 27, 1983, *Nanocomputers from Organic Molecules?, Washington, 1983, p. 940.*
5. Aviation Week & Space Technology, May 23, 1983, *Navy Studies Photon Echo Memory Use*, 1983, p. 102.
6. Business Week, May 23, 1983, *Chipmakers Pool Their Research to Stay Competitive*, p. 84.
7. Science Council of Canada, *A Workshop on Artificial Intelligence*, Proceedings 83/1, 1983.
8. Fortune Magazine, April 10, 1982, *Here Comes Computer Inc., 1982.*
9. Schneider, Herman, *Laser Light*, McGraw Hill, New York, 1978.
10. Bell Canada, *Fibre Optics Backgrounder*, attached to press release, June 14, 1983, Ottawa.
11. Canada, Ministry of State for Science and Technology, *Biotechnology: A Development Plan for Canada*, Ottawa, 1981.
12. Science Digest, March, 1983, *The Union of Gene and Genius*, Isaac Asimov, p. 66.
13. Canada, Energy, Mines and Resources, *Finding Out About Metals*, p. 4.
14. Munroe, Margaret, *Cloned Insulin a Multi-Million Dollar Find*, The Citizen, April 9, 1980, p. 1.
15. National Research Council of Canada, Science Dimension Magazine, *Capsules-Yeast Insulin*, 1983/3, p. 6.
16. Canada, Ministry of State for Science and Technology, *Biotechnology: A Development Plan for Canada*, Ottawa, 1981.
17. Zajic, J.E. et al, *Microbial Enhanced Oil Recovery*, Penn Well Books, Tulsa, Oklahoma, 1983.
18. Fortune Magazine, July 25, 1983, *The Amazing Ceramic Engine Draws Closer*, John W. Dizard.
19. Aviation Week & Space Technology, April 18, 1983, p. 163.
20. Fortune Magazine, April 10, 1982, *A German Maverick Pioneers in Steel.*
21. Fortune Magazine, July 25, 1983, *The Amazing Ceramic Engine Draws Closer*, John W. Dizard.
22. Canada, Department of Industry, Trade and Commerce, *Discussion Paper — Sector Profile: The Plastics Processing Industry in Canada.*

Bibliography

Bull, Alan T., et al, *Biotechnology: International Trends and Perspectives*, O.E.C.D., Paris, 1982.

Canada, Ministry of State for Science and Technology, *Biotechnology: A Development Plan for Canada*, Ottawa, 1981.

Canada, Ministry of State for Science and Technology, *Federal Science Activities 1982/1983*, Ottawa, 1982.

Canada, Science Council of Canada, Report 33, *Planning Now for an Information Society*, Ottawa, 1982.

Canada, Science Council of Canada, Report 21, *Strategies of Development for the Canadian Computer Industry*, Ottawa, 1973.

Canan, James, *War in Space*, Harper and Row, New York, 1982.

Hudson, Kenneth and Pettifer, Julian, *Diamonds in the Sky*, Bodley Head and British Broadcasting Corporation, 1979.

Karp, Laurence E., *Genetic Engineering: Threat or Promise?*, Nelson-Hall Inc., Chicago, 1976.

Lyman, Peter, *Canada's Video Revolution: Pay TV, Home Video and Beyond*, Canadian Institute for Economic Policy, Industrial Strategy Series, James Lorimer&Company, Toronto, 1983.

Marsh, Ken, *The Way the New Technology Works*, Simon and Schuster, New York, 1982.

Schneider, Herman, *Laser Light*, McGraw Hill, New York, 1978.

Zajic, J.E., et al, *Microbial Enhanced Oil Recovery*, Penn Well Books, Tulsa, Oklahoma, 1983.

TECHNOLOGY, LABOUR MARKETS, AND THE ECONOMY

Canadians, accustomed to more than a century of progress, overwhelmingly expect to be better off tomorrow than today. That progress has been especially vital in the postwar period. Yet now large numbers of unemployed and the prospect that some political or other event could worsen economic conditions have generated widespread fear that a more abundant future is no longer certain and is, perhaps, unattainable. In 1982, in reaction to the perceived reduction in economic prospects in the near term, people cautiously shifted larger portions of their incomes into savings. Meantime, our daily news reports that in the longer term the chip will do all the banking, all the typing and a large share of the editing and legal searches; the chip is also expected to direct machines first to weld and then to assemble all the autos. Often these reports hint that there will be no jobs to go to. No wonder many are expressing their concern about their future and that of their children.

Current events point to a clear need for change in the overall economic outlook for Canadians. We, like most other peoples, demonstrate each day that we are prepared to accept changes that will improve our lot. But massive alterations in our economic relations, such as what we produce and to whom we sell will likely be met with widespread resistance. Nevertheless, Canadians have already begun adjusting to the changing world environment. A dominating characteristic of the second half of this century has been the growing interdependence of the world economy through trade, capital flows, travel, communications, and information transmission. Canadians have been willing participants in this opening of their economy to foreign influences. While only about 20 per cent of the country's output of goods and services were sold to foreigners in the early 1950's, this share has typically been close to 30 per cent in recent years. Similarly, the share of the economy's requirements filled by imports has escalated.

Although our exporters have faced more and more quotas and other quantitative restrictions abroad in recent years, just as Canada has imposed new restrictions, there is little to suggest that economic interdependence will erode; indeed, the opposite is more likely. GATT and trans-national firms, the institutional underpinnings of postwar economic arrangements, will not disappear. More generally, the necessity of maintaining interdependence derives from the almost universally-held conviction that international economic cooperation provides the foundation for improved well-being. For Canada to depart from this reality would cause massive dislocation and is highly unlikely. The problem is that in the current institutional environment the underlying basis for trade will still be least-cost production, so that maintaining competitiveness will be a continuing requirement.

Whether Canada today is generally competitive or not is arguable. The historically strong trade and international payments performance of last year can be explained partly by the sharp drop in Canadian demand, but it also reflects the improved competitive position wrought by depreciation of the Canadian currency against that of its major trading partner over recent years. Regardless of what we think about the current state of affairs, it is clear that competitive circumstances will change. The effects of deregulation on productivity in the United States will not be confined to the transportation industry but are likely to spread into manufacturing and other sectors of that economy. And the emergence of highly productive manufacturers in the Pacific Rim will continue into the foreseeable future.

Failure to keep pace with cost trends among our competitors would have major negative consequences for Canada. We estimate, for example, that each one per cent addition to the annual change in manufacturing unit labour costs beyond those that are consistent with remaining competition would cause an overall employment loss of 100,000 jobs after ten years. Such a rise in unit labour costs also implies annual additions to inflation of almost one per cent, a significantly enlarged current account deficit, and reduced incomes.

Since variations in unit labour costs are the combined effect of changing wage rates and productivity gains, competitiveness can be maintained by slowing wage rate increases or increasing productivity gains. If we accept the view that we are not currently competitive, or that cost conditions among our major trading partners are likely to change quickly over the next several years, then we must accept wage rate reductions, find ways to improve productivity dramatically, or accept the unfavourable consequences outlined above. Improving productivity would appear to be the most palatable choice in the short run. And in the long run, productivity must improve in order to increase real incomes.

Variations in productivity — or output per worker — are derived from growth in aggregate demand,

changes in capital per employee, different management practices, improvement in the quality of manpower through education and training, development of scale economies, specialization, and for the economy as a whole, from changes in the industrial mix of output and employment. Thus factors other than technology are part of the explanation of productivity change. But technical innovation does alter the quality of capital and often requires changes in the organization of production. Therefore, productivity changes are an important function of technological change.

All of these factors can cause dislocation, even substantial job losses. The word processors in our offices reduce the number of people needed to produce a given volume of text. No doubt, too, the introduction of robotics into the auto industry will cause significant job losses. But the important point is that these effects should be compared with the threats to jobs posed by failing to adopt more productive processes. We should also consider whether improved productivity creates other jobs.

The Effect on Employment of Technological Change

An ongoing debate centres on the effects of technological change on employment. Here we attempt to evaluate some of the issues and to consider some of the prevailing arguments about what is in store for us.

Most observers of the current Canadian economy argue that future growth of the Canadian economy will require increases of both productivity and employment. Should the economy experience annual growth averaging 3 to 4 per cent in the ten years following 1982, as the consensus argues, we estimate that employment in 1992 will exceed that of 1982 by 2 million jobs and that labour productivity in the later year will be more than 18 per cent higher than in 1982.

Claims that as many as 2 million jobs could be lost in the coming decade from the introduction of new technology are based on the view that the 3 to 4 per cent output growth will be achieved only with gains in productivity; that is, with no increases in employment and a cumultative improvement in productivity of around 40 per cent. But a more reasoned view would recognize that more rapid productivity growth would yield a more competitive and rapidly growing economy that would produce even larger increases in employment than is contemplated by the consensus. Jobs will undoubtedly be lost in the short term from the introduction of technology, but there is virtually unanimous agreement that increases in productivity are positively related in the medium and longer term to increases in the growth of the economy and employment.

There is, of course, disagreement about the precise figures, but Table I provides generally acceptable rules-of-thumb for the relationship between economic growth, productivity, and job gains that should prevail in the 1983-92 period if we have a recovery that is followed by steady growth. During a recovery phase, more than one-half of the economy's growth should come from productivity gains; in the longer term, employment growth will account for the majority of the overall growth. Over the full ten years, we expect that productivity and employment increases will each account for about one-half of the gains in economic growth.

Table I

Output, Productivity, and Employment Scenarios
1983-1992

	Output Growth	Productivity Growth	Employment Growth
	(Average annual percentage change)		
Weak Recovery and Growth	0 – 3	.25 – 1.5	.25 – 1.5
Moderate Recovery and Growth	3 – 4	1.5 – 2	1.5 – 2
Strong Recovery and Growth	4 – 6	2 – 3	2 – 3

The important question is whether the benefits of productivity gains can be distributed to offset direct employment losses. There are several possibilities.

First, if the productivity gain flows from accelerated technological adoption, investment will rise to implement the new technology. The direct effect on jobs will depend upon whether the new technology is produced in Canada or abroad and whether it replaces technology formerly supplied from within the country. On balance we judge that this would create employment, with the amount depending upon the specific technology and the procurement practices of the organization introducing it.

Second, to accelerate technological change, public sector spending on research and development and education is likely to increase. The intention would be to provide a formal background to ease the initial technical adoption of the new technology and the transition of workers from one skill, industry or region to another. The added expenditure would create jobs.

Third, improved productivity necessarily generates more output for the same amount of input than was formerly achieved. The additional benefit may be distributed among several recipients — for example, as higher real wages for those employed, a general reduction in prices, higher profits to the investing firm, and increased government revenues. Added income should induce more consumption by households, investment by businesses, and public expenditures to support the enlarged economy. All of these increased expenditures would generate new jobs.

Fourth, if the productivity gain occurs only in Canada, the costs of production will fall and our trade competitiveness will improve. If the productivity gain occurs worldwide, exports will increase from the larger world economy. Many argue that in either case non-price benefits follow from an ability to trade in higher quality goods than previously exported and in areas not formerly accessible.

Finally, some argue that a strong pro-technology stance provides a "climate" that investors find attractive and that their augmented activity adds to demand and, consequently, growth.

The two key uncertainties that remain about the effects of higher productivity are how the gains are split and whether there are non-price competitive advantages. If new technology were introduced into a highly competitive industry, the advantage of an increase in productivity would accrue mainly to households in the form of higher wages and reduced prices. Their combined effect would yield higher disposable incomes that support increased consumption. In a monopolized industry, the remaining workers would receive some of the gain in higher wages, but a large proportion would be directed to corporate profits, some parts of which might be captured by governments through taxes. Most analysts believe that the overall benefits are smaller when the split favours firms and the government. For our purposes, we assume the split slightly favours the corporations and that the share of corporate profits in national income is raised slightly. Our approach is conservative in that weaker output growth is anticipated than if the additional benefit were directed towards households and in turn, their consumption.

To estimate the long-term magnitude of employment and other global economic effects on the Canadian economy, we have used our national model of the economy to simulate an accelerated technological adoption case. In this exercise we assumed that government spending programs prompt new private investment that accelerates technological adoption beyond what would normally occur. As a result, labour productivity grows an additional 0.75 per cent annually in manufacturing and 0.3 per cent in the financial, communications, and commercial services industries. Overall labour productivity growth rises by 0.25% each year. The effect is tantamount to reducing employment directly in the 1984-2000 period by the amounts indicated in Table II.

Table II

Effect on Employment of ¼ Per Cent
Annual Labour Productivity Growth, 1984-2000

	Total	Manufacturing
	(Thousands of person-years)	
1984	4	– 3
1988	– 74	– 48
1993	–208	–132
2000	–399	–239

Because technological adoption does not accelerate simply because people want it to, we assumed that governments provide $1.3 billion of capital assistance to business over the 1984-88 period, precipitating a total increase in business investment of $4 billion in that period to cover the costs of installing the new machinery and processes. These estimates assume that the new capital required amounts to only one-third of that formerly needed to achieve the same output. But as this represents additional capital spending, an estimated 20,000 additional person-years of employment are created over the five years from 1984 until 1988.

When considering the employment effects we also assumed that there are no trade advantages from technological adoption beyond those that follow from price competitiveness. Our calculations may well underestimate the job-creating effects, since others have suggested that non-price advantages would provide one-fourth again as many new jobs as are indicated on the basis of our assumptions. (See J. D. Whitley and R. A. Wilson, "Quantifying the Employment Effects of Micro-Electronics", *Futures*, December 1982, pp. 486-495.)The results of our simulation suggest that the jobs assumed to be lost would be more than recovered by the end of the century, and that most would be recovered before then (Table III).

Table III

Net Employment Effects and Non-Price Trade Effects, 1984-2000

	Excluding non-price trade effects	Including non-price trade effects
	(Thousands of person-years)	
1984	4	6
1988	−35	−25
1993	−62	−26
2000	39	149

Table IV

Incremental Impact of High Technology on Selected Indicators 1984-2000

	1984	1988	1993	2000
		(Per cent)		
Real GNP	0.2	0.5	1.4	3.4
Consumption	0.1	0.3	0.6	1.6
Nonresidential Investment	1.0	0.8	0.6	0.9
Exports	negl.	0.1	1.1	2.8
Imports	0.4	0.3	−0.8	−2.1
Employment	negl.	−0.3	−0.5	0.3
Wate Rate ($C)	negl.	0.3	−0.4	−2.3
CPI	−0.1	−0.4	−1.4	−3.7
Real Income Per Capita	0.1	0.4	0.7	1.9

Our assumptions are admittedly conservative, and we judge that they tend to bias the results so that our estimates of the job loss offsets are probably on the low side. Others contend that the offsets will be much higher. For example, proponents of increased R&D argue that there are large non-price trade effects, and that they could add considerably to our estimate of the net employment effect (column 2, Table III). Further, some are convinced that, with new technologies, new products and industries are introduced that would otherwise not exist; they believe that a strong emphasis on R &D would improve the investment climate and, therefore, raise overall investment spending to higher levels and expand the overall economy. Neither of these effects is tabulated in our results. But again, as there is some empirical basis to support such propositions, we judge that our estimates are conservative.

Taking all these factors into account, our results show that the economy's output, expenditures, and incomes would be larger from the outset (Table IV). As well, the employed, as a group, would enjoy higher real wages. And, even assuming that government policies affecting the distribution of opportunities and incomes remains fixed, we estimate that the net employment effects are small. Policies can change, however. With a larger economic pie, it seems reasonable to expect that policies could even be twisted towards more employment offsets than are realized in these results and still leave incomes better off.

Another threat to jobs from technological adoption is sometimes perceived. In the capital-savings case, for example, the argument is that the "chip" means that the capital we require for tomorrow's production will itself require fewer materials, energy, and therefore labour than the kind of capital we have needed in the past. For instance, production of a word processor does not require large quantities of steel or machinery. And in many instances the new kind of capital will be able to generate more output per dollar of investment that the capital of the past. These two effects imply that output of producer (capital) goods and services needed to satisfy investment requirements — and Canada's share of foreign investment demand — will be smaller than without the chip, and employment growth in the economy will be reduced.

The question that then arises is the magnitude of the job loss. Assuming that production in the economy that supplies Canadian and foreign capital requirements is at most one-sixth of total Canadian output and, further, that the associated employment growth is reduced by as much as one-third from past practices, employment requirements would be reduced after ten years by fewer than 100,000 jobs, given that the current recovery is followed by steady growth.

We believe, further, that the estimate of a one-third reduction in employment growth is likely extremely high. Doubtless cases can be cited where output is increased ten or more times with the same real expenditure for new technology, but we believe this is rare. Indeed, the frequently-cited example of the word processor is prob-

ably an unfortunate example. In our office, the word processor we require costs $10,000 versus less than $2,000 for an electric typewriter. We do not produce five times more finished text per machine and we presume that, though there may be less steel, the $8,000 difference in cost reflects more materials and human inputs than are found in a typewriter. In this case at least it is likely that the new technolcgy is capital- creating, not capital-saving.

Again the main problem with the capital-savings argument is its failure to recognize the offsetting benefits. Remember that the rest of the world, as well as Canada, will be adopting the new technology and thereby increasing labour and capital productivity. Almost certainly, economic activity worldwide will heighten. In the five-sixths of Canadian production not engaged in the output of capital, exports to the larger world economy and/or sales to Canadians with increased incomes are likely to rise. If this raises output growth by a scant 1/4 per cent annually in the next ten years, more than 200,000 new jobs would be added to offset the 100,000 that might be lost through capital-savings effects.

We conclude from this that there is no significant case to be made for job losses from capital-savings. It is possible, however, that we will face a wave of robotic, telecommunications, point-of-sales, office, and other revolutions that will sweep away large numbers of jobs. Increasing global interdependence of economic activity implies that the pace of change will be at least as quick as it has been in the recent past. Further, given that such a large share of economic activity now involves processing of information, and since some of the major technological changes directly affect that, there is some prospect that changes in organization and the magnitude of the change, more generally, will be as large as those of the industrial revolution and will take as long to absorb.

Our conservative results suggest, however, that the size of the economic pie will be larger and that the recycling of income benefits received by consumers, investors, and governments will in the future generate offsetting job opportunities elsewhere in the economy. Our results, while based on a model of past behaviour, remain valid for the future because, while the alarmist can argue that the pace of technological adoption will be different, he has made no case that consumers, investors, and governments will be more reluctant to spend their income gains than they have been in the past.

This analysis is consistent with the longer record of Canadian experience. Over the last fifty years periods of high employment growth have witnessed high productivity growth, while low productivity growth periods are consistently correlated with large numbers of unemployed. Thus we must begin to think about how we can minimize the problems of adjustment.

Adjustment to Change

The possible magnitude and pace of change mean that one cannot be sanguine about the effects of technology on labour markets, despite their longer term benefits. Major disruptions to employees of particular industries and in selected occupations will occur. For most people, the quickened pace of change implies that they will have to retrain at least once or maybe several times during their working lives.

For the most part, we judge that major technological introductions with potentially the largest effects for current employees will occur in those areas where the technology is or has already been adopted in competing countries. The dislocation of workers could be massive. But we believe the alternatives would lead to even larger disruptions, since jobs would be lost as a result of close-downs or use of protective mechanisms that reduce the real incomes of all households, and thereby the jobs of those who would otherwise have supplied the additional consumer goods and services. Disruptions will, however, occur; and whether payments through unemployment insurance by employers, the remaining employees (now with higher real wages), and from general government revenues to those who have lost their jobs is sufficient compensation is an open social and political question, in which case-specific considerations will always dominate.

Where technological revolutions have already occurred abroad, it is possible to identify areas of vulnerability, though even here the extent of the threat may be dampened because Canadian industry may not face direct competition from foreign suppliers, especially in a highly regulated service industry. To forecast the vulnerability of those who might be affected by technologies that are just being adopted or that lie in the future is, of course, more risky, and generalizations that suggest vulnerability for whole social groups are conjectural at best. Again, case-specific considerations dominate. Not all blue-collar men or all women are vulnerable; rather, men who are employed in the motor vehicle industry and women who are employed as tellers in financial institutions are at risk. And no single social group is

exposed to as much risk from technology as farm families were through most of this century.

Our own conjecture is that youth and others who are just seeking to enter the labour force are most vulnerable to the failure of employment growth this decade. For, while many youth are being acquainted with the computer age, the extent of that introduction for most is casual at best. In competing for jobs, their training is unlikely to be sufficient to overcome the informal and formal advantages of tenure held by those who already have jobs or experience. The effect of inadequate experience is exaggerated in times of general demand failure, as is reflected in the current data on unemployment. Barring great good luck, or concerted action by governments worldwide, most forecasters project that subpotential economic performance will continue, and youth will suffer the most from lagging economic growth. If there is any consolation in this for those who fear technological unemployment, it must lie in the certainty that the investment needed to introduce new technology will be risky and therefore weak. Investment will also be weak partly because labour will compete with lower wage rates to minimize the advantages of the new technology. This is hardly a happy trade-off.

More fundamentally, the whole question of technological change points up the need for a restored macroeconomic environment. In a robust recovery, the jobs created would far outnumber any that might be lost to technology. In addition, the improved productivity, resulting from the employment of a large portion of the more than a million unemployed whose productivity is zero, should provide much of the savings needed to create the investment that introduces the new technology.

Compared with the past, we are optimistic enough to believe that the chip and other recent technological changes have played an important part in improving our knowledge of what is happening and of what needs to be done. Partly for this reason, we believe that the difficult-to-achieve but easiest-of-all long-term solution of generating rapid overall economic growth with rapid technological adoption is within reach.

But, in the end, only a vibrant economic environment can create sustained increases in output and jobs and those additions to incomes that can be used to compensate those who suffer dislocation. The choice must be taken to forge ahead and quickly adapt to technological change if we are to meet Canadians' long-term expectation that tomorrow will be better than today.

Finally, the chip and many other modern technologies show promise of providing support to that peculiarly Canadian hope of eliminating regional disparity. For most expect that the new technologies weaken the need for economies of scale and locational concentration as the basis for a competitive edge. Plants, with many small production runs, open the possibility of a more widespread dispersion of the country's production.

M. C. McCracken, C. A. Sonnen
INFORMETRICA

THE IMPACT OF TECHNOLOGICAL CHANGE ON WOMEN

Microchip technology has been hailed by enthusiasts as the key to a "golden era". Canada is already in transition to the post-industrial economy described by futurists as an information society. Indeed, the rapid pace of technological change has prompted a series of studies, reports, task forces and conferences to study the implications of the changes. Some of these have addressed the issue of how the application of new technology will affect women's employment. And all indications are that the initial impact could be severe.

One writer has suggested that "unless appropriate measures are taken" nearly a million women could be out of work by 1990.[1] "Canadian women are on a collision course between their continuing concentration in clerical occupations and industry's apparently diminishing requirements in this line of work," says this author.

But technological change may have much more far-reaching consequences for women than the loss of their traditional sources of employment. The establishment of a post-industrial or information economy offers the potential for women to achieve many of the goals they have sought for a very long time. At the same time, the application of microchip technology, which will usher in that so-called golden era, presents some very real dangers. The danger is that what little progress women have made towards equality in Canadian society will be wiped out in a return to traditional values and old-fashioned ideals.

The direction we take will be determined over the next few years. "Tomorrow is too late," says the Science Council of Canada.[2] We have to plan now for the information society that is already upon us. But unless the particular concerns of women are given specific attention and unless women themselves are involved in the planning process, then the results could well represent a serious setback for Canadian women. Instead of getting a share in the "golden era", they will be left with the dross.

The Adjustment Period

There is no doubt that the next five or ten years will involve some very difficult adjustments. This will be the transition period. Existing jobs may vanish, but new and different occupations may be slow to materialize. And all of it will be complicated by high levels of unemployment lingering on as an after-effect of the worst recession Canada has experienced in more than fifty years.

The application of microchip technology to women's jobs has been well documented.[3] Instant tellers or cash dispensers in the banking industry do away with the need for tellers and clerical workers in financial institutions; computerized terminals at check-out points in grocery and department stores will reduce the number of sales clerks needed; office automation has eliminated much of the paper work previously done by secretaries and typists; computerization of all sorts of other jobs, from telephone operators to mail sorters makes it possible to get through the same volume of work with a much smaller number of employees.

All of these applications have particularly severe consequences for women workers because these are all jobs where women are concentrated. In spite of the fact that women have entered the labour force in ever-increasing numbers over the past few decades, the occupational segregation of women into a limited number of jobs has hardly changed since the beginning of this century. Women have merely exchanged one job ghetto for another. When Canada entered the twentieth century, 61% of all women workers were found in only three occupations: 34% were maids or servants, 14% were dressmakers or seamstresses and 13% were teachers.

Last year, (1982) 62% of all the women in the labour force were found in only three occupational groups: 33% were clerical workers, 19% were in service occupations and 10% were in sales. More than 1.6 million women were clerical workers last year, and these are the jobs that will be most seriously affected by technological change.

The new technology optimists have made the argument that potential job losses as a result of computerization should not really be such a cause for concern. They point out that when computers were first announced into the banking industry, for instance, it became possible to offer all kinds of services that had not been available before. Daily interest accounts, new kinds of loans where interest could be calculated quickly, and different savings options all made their appearance. The increased volume of business that these services generated meant there was no significant

loss of jobs because of automation. Besides which, the argument goes, even where it was possible to do the work with fewer employees, no one was fired. The number of employees was reduced through the normal attrition process.

While this may all have been true when microtechnology first began to play a major role in the banking industry, can we use the same arguments in relation to office automation and microchip applications in other work still done mainly by women? There seems no doubt that the process will be infinitely more complex as a result of the recession. While it is possible that the state of the economy over the past two years may slow down the rate of diffusion of new technology, there are other more serious consequences.

More than 11% of Canadians cannot find work. And that doesn't include those who got so discouraged, they stopped looking. As the economy is picking up again and these workers begin their job search once more, they will swell the ranks of the unemployed. This means that unemployment will remain high. The rate may not drop below 10% until almost the end of this decade.

There is another complication. When Canada first went into the recession, in the second half of 1981, many employers dealt with it in the way they often deal with downturns in the business cycle. They implemented hiring freezes, they probably decided not to start any new training programs for the time being, and they may have been reluctant to give big wage increases.

Then when the severity of the recession began to bite, they had to look at other measures. Hiring freezes were not enough, layoffs had to be implemented as well. Employers also began experiencing another phenomenon. Normal attrition rates didn't seem to operate any more. Because the economic situation was so bad and unemployment was so high, turnover rates dropped. Workers who had jobs decided to hang on to them rather than switch to jobs with better prospects or more opportunities.

Employers then began to tighten up and reorganize. Cost-cutting became a matter of life and death. The Conference Board of Canada studied the retrenchment programs instituted by some of the major Canadian employers.[4] They found that for many of those interviewed, there had been a major restructuring of the way in which work was done. That restructuring extended to different industries and, in many ways, to the economy as a whole. It means that many of the jobs lost during the recession will not reappear as economic growth resumes.

Continuing high unemployment will mean stronger competition for those jobs which remain. If women are to be displaced from their traditional job ghettoes by the application of new technology, can they be absorbed elsewhere in the economy? And if so, where?

The "Myth" of Retraining

The likely consequences of the new technology for women's employment have been well documented. Heather Menzies' important book, "Women and the Chip,"[5], written in 1980, presented several case histories. It described specific workplaces where microchip technology had been applied to women's jobs and discussed the impact of change. Around this time, as we might expect at the beginning of a new decade, various task forces and research groups came out with reports about labour markets and unemployment opportunities for the 1980s.[6]

Most of these reports painted a rosy picture. They predicted a decade when major energy projects and economic expansion would create a tremendous demand for labour. Skilled workers would be in such short supply, they said, that there would be serious bottlenecks in manufacturing and construction unless we had a significant increase in immigration of skilled tradespeople. Women, native people and the disabled would play a crucial role. Successful integration of these workers into the full range of needed skills will be essential to prevent massive skill shortages, said the Dodge Task Force. The words have a rather hollow ring in the economic conditions of late 1983. Some economists now believe that skill shortages won't show up again until unemployment has dropped to the seven to eight per cent range, and most projections don't expect that to happen until well into the next decade.

But for those displaced by the new technology, and especially for women, there are two further problems. The first is the difficulty of identifying what skills will be needed. The Dodge Task Force referred to the problem in its report.[7] "...There are great uncertainties about the precise requirements during the decade," said the Task Force, so "the system must be flexible. Changes are required if the system is to meet projected skill requirements and be capable of responding quickly to unforeseen demands."

While it may indeed be true that the information economy will generate all kinds of new jobs — the kind

of jobs that don't even exist at the present time — there will obviously be a time lag until those new types of occupation are clearly defined. In the meantime, what kind of retraining should women be getting? At the recent Couchiching Conference, which was devoted to the subject of the human consequences of the new technology,[8] almost all speakers stressed the need for "retraining" for workers whose jobs were being affected by new technology. Yet, when pressed, none of the speakers could identify specific occupations for which trained workers would be needed. On one thing, the experts did agree: in the post-industrial economy, a worker will no longer expect to train for a job and to stay in the same occupation for the rest of her working life. Flexibility and adaptability will now be required of all workers. A worker may undertake training, work at a particular skilled occupation for a while, and then undergo retraining for something else. But until those bright, new jobs of the information age start showing up, it may be difficult to know just what retraining to select.

There seems to be a consensus among the technology "experts" that generalists, who can turn their hand to a variety of jobs, will also be in demand. But all of this seems cold comfort for women who may be losing their jobs right now. The uncertainty is likely to make the transition period that much more difficult.

There is a second problem that women must face when it comes to retraining. It concerns the threat to men's jobs posed by both the recession and the application of new technology. For many years now, women have been counselled to break out of their job ghettoes by training for "non-traditional" occupations. Government programs have offered special incentives for them to do so. And some employers have implemented successful programs to move women into jobs that have usually been considered "men's work." Many of these traditionally male jobs have disappeared, perhaps forever, as a result of the recession. Others are being automated, so that the men who have been doing the jobs up until recently, will also be displaced by the application of new technology.

If women can't train to be tool and die makers because those jobs are now being taken over by robots, will the men who were tool and die makers want to train to be word processing operators? Will high unemployment rates among male workers make it virtually impossible for women to get training and to compete for those few traditionally male jobs?

The Post-Industrial Society — The Dangers

On the face of it, it appears that women may have a particularly difficult time during the period of transition to Canada's post-industrial economy. One writer who has looked at the impact of the new information technologies on women describes the development of women's work as crossing two frontiers. Iris Fitzpatrick Martin, one of the co-authors of "The Conserver Society", and a Research Associate with the GAMMA project, jointly sponsored by the Université de Montréal and McGill University, describes the first frontier when women moved out of the home to take up paid employment.[9] Crossing this frontier was easy, she says, because the kind of employment women took up was mainly an extension of the role they had played in the home. Any loss to husband and children was offset by the financial rewards the woman's work brought. "The essentially domestic nature of these tasks," she says, "does not violate the woman's traditional image; by taking on this kind of work she does not demonstrate any "unfeminine" abilities and does not threaten the power of the men around her."

But when a woman looks for work requiring abilities traditionally viewed as "masculine", Fitzpatrick Martin says, then she is broaching the more forbidding second frontier. "She is threatening to cross the dividing line between the established sex roles, perhaps also to demonstrate that the dividing line has no validity." The obvious question that must be asked in the present context is: will microtechnology and the added effect of the recession push women back behind the first frontier or help them outward beyond the second?

Women have experienced this kind of pressure before, of course. In wartime, for example, women were allowed, and indeed encouraged, to take on traditionally male jobs while men were fighting on the battlefields. Special day care arrangements were made, and government campaigns extolled the virtues of being a working mother, the benefits children would derive from being in day care, and the rewards of doing a "man's job." But once the war was over, women were expected to return to hearth and home, day care arrangements were discontinued, and women were expected to believe there were certain jobs they were not able to do. Some analysts have written about the use of women as a "reserve army of labour."

The same kinds of pressures may surface in the current situation, unless serious attention is given to how they may be avoided. Columnist Jack McArthur, for

instance, writing in the *Toronto Star* earlier this year[10], said "we should be asking ourselves whether having an increasing proportion of our population in paid employment really did us much good." "Any family in which both husband and wife works knows that it creates problems," he says, and he asks how much the big rise in multi-job households really added to personal satisfaction. McArthur's analysis, like that of many others, fails to acknowledge the fact that most people don't have any choice in the matter. Both parents have to work for pay because that's the only way the family can survive. And this experience is true, not only of Canada, but of most of the industrialized world.

The implication is that we can deal with our current situation by pushing women back into the home again. And McArthur is not alone. Pollster Allan Gregg stunned an audience of women executives in Toronto back in May with his 1983 survey findings that more than 50% of Canadians think that women should go back to their traditional roles of wife and mother.[11]

Some specific aspects of the post-industrial society may reinforce these notions.

The Electronic Cottage

The kind of changes that are now being implemented as part of Canada's transition to an information economy may exacerbate the situation as far as women are concerned. What Alvin Toffler refers to as "The Electronic Cottage"[12] is already upon us. Many of the jobs now done by women in the work place could just as easily be done by individual women, working at computer terminals in their own homes. Many people have suggested this would be a favourable development.

Interestingly enough, those who regard working at home on their own computer terminal as an ideal situation, are often those who have a good deal of flexibility about when and how they work, and are usually engaged in some kind of creative work. University professors, authors, and journalists, all of whom analyse and write about the technological revolution, are all, perhaps coincidentally, people who can use the technology in a positive way to enhance the quality of their work.

Unfortunately, these kinds of jobs are not the ones that most women do, nor are they the kinds of jobs that employers of large female work forces are now moving into the home.

The negative aspects of the electronic cottage, for many women workers, are likely to come from the expectation that they will be able to process a particular volume of work for their employer, while taking care of home and family responsibilities at the same time. One major Canadian employer, for instance, has said publicly that it has 18,000 clerical jobs, about half of which could be done by women working in their homes. A spokesman for the company said he thought this would be an ideal arrangement because "it would solve the problem of day care."

If this is the kind of approach Canadian employers intend to take, then it will be all too easy to push women back behind that first frontier, forcing them back into the traditional role of looking after the family and doing the housework while engaging in paid labour at the same time.

There are clearly other issues of concern to women that will have to be dealt with as work in the electronic cottage develops. If work is to be done by individual workers in their own homes, they will be increasingly isolated from each other. The attraction of the arrangement from the employer's point of view is obvious. Since the employer no longer has to provide the workplace location, overhead costs will not only be reduced, they will be shifted to the employees instead. Will wages be adjusted to take account of the fact that the employee not only has to do the work, but provide the office or work space as well?

Workers who work in their own homes are less likely to get together to organize unions, or to bargain for better rates of pay or benefits. Some experts have suggested that the very technology that puts work into the home might be used to organize. Individual employees, working on computer terminals in their own homes, may have to be linked with other employees and, it has been suggested, could use their computer connections to communicate with other workers and to organize. While that may be so, it would appear that such a system would not be quite as effective as meeting fellow employees face-to-face at the workplace or at the union meeting.

How would we adapt our labour laws to meet the electronic cottage work environment? Minimum wage laws, labour standards legislation, and so on, where enforcement depends on inspection of the workplace by officials, may have to change if the workplace becomes the private home of the individual employee. Again, the potential exists for regulating even these aspects of working life through the very technology being used by the worker. Word processing operations may be measured by keystrokes, for example, and so standards

could be set for maximum output permissable and the minimum pay required.

These issues should be receiving active consideration right now, because work is already moving from office and workplace to home.

There may, of course, turn out to be positive aspects of the electronic cottage. Men's jobs may also move back into the home. Families could work together as a unit in the way that they did before the industrial revolution. Education and learning, generally, may move out of the schools and back into the home. Whether or not such developments would strengthen family units may be debatable. Children may become more involved in working in the family unit and we may have to rethink our attitudes to child labour. With all members of the family spending more time in the home, the demand for housework and the volume of that work will increase rather than diminish.

The point at which almost all workers, men and women, will be working on computers in their own homes, may be some distance in the future. There will always be certain kinds of work that are not easily adaptable to the electronic cottage.

But in moving forward to a post-industrial society, there are real possibilities for the full and equal integration of women into our economic structure. The kind of picture painted by many futurists is one that could hold particular advantages for women.

The Post-Industrial Society — The Opportunities

If the new technology, combined with the after effects of the recession, is going to mean continuing high unemployment, it could also mean that we will have to re-examine our definition of work. Instead of some workers having what we now define as full-time jobs and others having part-time jobs or no jobs at all, all could work shorter hours. We have already had work-sharing arrangements for individual employers where available work is shared between all workers so that no one has to be laid off.

The work environment of the future may mean carrying that concept one step further and sharing the work between all workers. If new technology makes it possible to produce the same amount of goods and services in less time, then improved productivity may make it possible for all workers to enjoy more leisure, without suffering loss of income.

A shorter working week, with more leisure time for all workers, would make it possible for fathers to shoulder their share of family responsibilities in the same way as mothers are already sharing the role of "breadwinner" that we used to assign exclusively to males.

We have set up our workplace to fit the pattern of a male worker who has a wife at home to take care of the house and children. Even though this is no longer the reality for the majority of Canadian families, to "work" or to "have a job" is to work nine to five, to do overtime when requested, to work late or on weekends if you want to get ahead, to be prepared to uproot and move to another part of the country if necessary. Many male workers no longer find those kinds of expectations acceptable, and they are virtually impossible for workers who have the responsibility of children too.

We could use the opportunity presented by technological change to restructure work to recognize the reality of family life in Canada today, where both parents are engaged in paid employment and both could share in home and family responsibilities too.

Along with a redefinition of "work" and a "job" we would, of course, change our perception of "full employment." Perhaps full employment in a post-industrial society is everyone working for 25 hours a week.

Shorter working hours, incidentally, would also make it easier to integrate members of other disadvantaged groups that existing government programs have been designed to help. Disabled people, who are unable to work a full day as we define it now, might be able to work the same hours as everyone else in the new work environment. Native peoples, who want to combine paid employment with traditional pursuits such as hunting and trapping, might find it easier to do this.

The post-industrial society has also been described as one where mass production and large hierarchical organizations are phased out in favour of small production runs and smaller work units. Futurists suggest that work will be carried out by autonomous work teams rather than assembly lines. The information society is collaborative rather than competitive, it has been suggested.

Those concerned with women's employment are only too aware of the problems women face in trying to move up the promotional ladder in Canada's big, corporate hierarchies. If work is to be organized in small, co-operative work teams, then the integration of previously disadvantaged workers could be much easier.

Dealing With the Transition in a Positive Way

It's obvious that the view of the post-industrial society presented by many futurists is one that could offer exciting possibilities for women. The most difficult part will be in the transition period, which seems likely to last for at least the next four or five years. What will we have to do to make sure that the information economy that microtechnology is making possible will not push women back behind that first frontier?

The first step, which should have occurred to policy-makers already, is to make sure that women are involved in the planning process. Self-evident as this may seem, studies are still being done and conferences are still being held to discuss technological changes with only a cursory nod in the direction of women's concerns. Some observers have complained that there seems little point in getting involved in the future when there are so many inequalities to be dealt with in the present. But we ignore the Science Council's warning at our peril. "Tomorrow is too late." If women don't get involved in planning for the post-industrial society now, then it may well be too late for their concerns to be addressed and their needs to be met.

We must make sure that policy development takes those needs into account. At the same time, however, we need to keep in mind the kind of evolutionary change that new technology and the transition to a post-industrial economy could allow. Even people who should know better, like the Labour Canada Task Force on Micro-Electronics and Employment,[13] talk about using technology to help women cope with their "dual responsibilities" of home and employment, instead of asking why they continue to have "dual responsibilities" and whether the technology might not be used to change that.

We should start thinking about what kind of labour standards laws we need to deal with the electronic cottage, for example.

We need a comprehensive family policy to deal with the reality of family life as we are now experiencing it. We have all the elements of it now — family allowances, child tax credits, maternity benefits, deductions for child care expenses, and income tax provisions that deal with families. Many of these provisions were developed in the days when "family" meant father as breadwinner and mother as homemaker and rearer of children. That is no longer the reality of family life in Canada — or in any other major industrialized country for that matter. But we have not yet adapted our policies to meet the new reality.

We could enter into discussions with employers who are now moving work from the workplace into the home to see what kind of safeguards and standards are desirable and would be effective.

We could try to do a better job of identifying what occupations women should be retraining for, and make sure that we are not channelling them into retraining for "non-traditional" occupations that will soon also be phased out as a result of technological change.

Unions are already addressing the concerns of workers who may lose jobs as new technology is adopted. Their discussions could be expanded to look at the implications of a shorter work week and other policies that would help their members adapt to technological change.

Conclusions

Microtechnology does indeed offer the promise of a golden era. The technological revolution could facilitate changes that will benefit not only women, but men and children and entire families too.

For women, it offers the potential of moving out beyond that second frontier and on to the crest of what Alvin Toffler has called the third wave.

The challenge that we face now is that of trying to devise strategies that will get us through the transition pointing in the right direction.

There are no magic solutions. But one thing is sure. We cannot hope to deal with the changes that confront us by turning back the clock. If women are ever going to achieve equality in our society, then the next few years will be crucial.

Monica Townson

Notes

1. Menzies, Heather, *Women and the Chip*, Institute for Research on Public Policy, 1981.
2. *Planning Now for an Information Society*, March, 1982.
3. See, for example, *Women and the Chip* by Heather Menzies, and *Computers on the Job* by the same author.
4. *Retrenchment and Beyond, The Acid Test of Human Resource Management*, Sally R. Luce, The Conference Board, May, 1983.
5. *op. cit.*
6. See: *Labour Market Development in the 1980s*, (The Dodge Report), *Work for Tomorrow*, (The Allmand Report), *In Short Supply: Jobs and Skills in the* 1980s, (The Economic Council of Canada)
7. *op. cit.*, page 205.
8. 52nd Annual Couchiching Conference, *The Age of Microchips: The Next Five Years*, July 28 — August 1, 1983.
9. *Women and Informediation: The Six Interfaces of Eve*, Paper No. I — 17, GAMMA, 1979.
10. *Multi-job family rise: Who gains?, Toronto Star*, July 19, 1983.
11. Canadian Association of Women Executives, Newsletter, Vol.3, No.2, Summer, 1983.
12. Toffler, Alvin, *The Third Wave*, Bantam Books, 1980.
13. *In the Chips: Opportunities, People, Partnerships*, 1982.

Selected Bibliography

1. Betcherman, Gordon, *Meeting Skill Requirements*, Report of the human resources survey, Economic Council of Canada Study, September, 1982.

2. Canadian Advisory Council on the Status of Women, *Microtechnology and Employment: Issues of Concern to Women*, A brief to the Task Force on Micro-Electronics and Employment, July, 1982.

3. Communications, Department of, *The Electronic Office in Canada*, May, 1982.

4. Economic Council of Canada, *In Short Supply: Jobs and— Skills in the 1980s*, Consensus Report, 1983.

5. Economic Council of Canada, *The Bottom Line - Technology, Trade and Income Growth*, Consensus Report, 1983.

6. Employment and Immigration Canada, *Labour Market Development in the 1980s*, A report of the Task Force on Labour Market Development, July, 1981.

7. Fitzpatrick Martin, Iris, *Social Implications of the Information Economy*, Paper No.5, GAMMA Information Society Project, Université de Montréal and McGill University, Montreal, April, 1979.

8. Fitzpatrick Martin, Iris, *Women and Informediation: The Six Interfaces of Eve*, Paper No. I — 17, GAMMA, 1979.

9. Gotlieb, C.C., *Computers in the Home, What they can do for us and to us*, Institute for Research on Public Policy, Occasional Paper No.4, October, 1978.

10. Horwitz, Jaime, *Power Failure in the Electronic Cottage*, in *Off Our Backs*, Vol.13, No.7, July, 1983.

11. House of Commons, *Work for Tomorrow, Employment Opportunities for the '80s*, Report of Parliamentary Task Force, 1981.

12. Humphreys, Elizabeth, *Technological Change and the Office*, Technical Study No.17 for Labour Market Development Task Force, July, 1981.

13. Labour Canada, *In the Chips: Opportunities, People, Partnerships*, Report of the Labour Canada Task Force on Micro-Electronics and Employment, 1982.

14. Luce, Sally R., *Retrenchment and Beyond: The acid Test of Human Resource Management*, The Conference Board of Canada, May, 1983.

15. Menzies, Heather, *Computers on the Job, Surviving Canada's Micro-computer Revolution*, James Lorimer&Co., Toronto, 1982.

16. Menzies, Heather, *Informatics Case Studies*, Technical Study No.23 for Labour Market Development Task Force, July, 1981.

17. Menzies, Heather, *Women and the Chip*, Case studies of the effects of informatics on employment in Canada, Institute for Research on Public Policy, Montreal, 1981.

18. Russel, Robert Arnold, *The Electronic Briefcase — The Office of the Future*, Institute for Research on Public Policy, Occasional Paper No.3, September, 1978.

19. Science Council of Canada, *Agenda*, Vol.5, No.1, Spring, 1982.

20. Science Council of Canada, *Planning for an Information Society — Tomorrow is Too Late*, Report No.33, March, 1982.

21. Swan, Carole, *Women in the Canadian Labour Market*, Technical Study No.36 for Labour Market Development Task Force, July, 1981.

22. Toffler, Alvin, *The Third Wave*, Bantam Books, 1980.

23. Townson, Monica, *The Management of Affirmative Action in Hard Times: The Implications of the Current Economic Recession for Affirmative Action Programs*, Employment and Immigration Canada, May, 1983.

24. Valaskakis, Kimon, *The Information Society: The Issue and the Choices*, GAMMA March 1979, Integrating Report.

25. Valaskakis, Kimon; Gardiner, W. Lambert; Sindell, Peter S., *The Management of Time in a Conserver Society*, Working Paper No.1, GPID Series, GAMMA, April, 1982.

26. Valaskakis, Kimon; Sindell, Peter S., *Industrial Strategy and the Information Economy: Towards a Game Plan for Canada*, Paper No. I — 10, GAMMA, April, 1980.

APPENDIX

The occupational segregation of women

The Labour Force by Industry

Annual averages 1982

(All classes of workers)	'000	%
Agriculture	140	2.9
Other primary industries	34	0.7
Manufacturing	621	12.7
Construction	65	1.3
Transportation, communication and other utilities	213	4.4
Trade	873	17.9
Finance, insurance and real estate	387	7.9
Community, business and personal service	2,190	44.8
Public administration	308	6.3
Unclassified	52	1.1
Total of women in the labour force	4,884	100.0

Source: Statistics Canada, *The Labour Force*, December, 1982.

The Labour Force by Occupation

Annual averages 1982

(All classes of workers)	'000	%
Managerial, administrative	276	5.7
Natural sciences	62	1.3
Social sciences	89	1.8
Religion	4	0.1
Teaching	282	5.8
Medicine, health	416	8.5
Artistic, recreational	69	1.4
Clerical	1,627	33.3
Sales	488	10.0
Service	913	18.7
Agriculture	127	2.6
Processing	91	1.9
Machining	16	0.3
Product fabrication	235	4.8
Construction trades	10	0.2
Transport equipment operation	27	0.6
Materials handling	65	1.3
Other crafts & equipment operating	27	0.6
Unclassified	52	1.1
Total	4,884	100.0

Source: Statistics Canada, *The Labour Force* December, 1982.

THE IMPACT OF INFORMATION TECHNOLOGY ON TRAINING AND EDUCATION

Introduction

Overview

Advances in information technology almost automatically might translate into advances in education and training because the latter surely are informational phenomena. Presumably anything that improves the presentation, flow, organization or use of information is valuable to educators and trainers. Yet the term education incorporates at least two different concepts: the personal experiences of someone coming to understand or appreciate or reflect upon the world; and the organized attempt to produce those experiences. The latter seems closer to information technology.

In preparing this paper I attempted to raise many questions and to suggest some answers. However most complex problems have many solutions, or none, and the suggested answer is not final. Some comments are deliberately provocative and are intended to stimulate critical discussion; others appear so in the absence of elaboration.

I have not paid tribute to the burgeoning collection of machines currently available but instead have concentrated on key issues and a few devices.

At times you may wonder whether this paper is about education or economic development. Because our economic wellbeing depends on an educated/trained workforce and personal income typically is linked to employment, and because public education depends on taxes, and training on revenues, these concepts are intertwined.

The Scope of Education

An educational problem may be far greater than the restricted vision of many observers. Thus an instructional design problem may be considered in isolation but the instructional system itself is embedded in an organization (school, corporation) that has other subsystems with different goals, priorities and resources that interact with it. And this organization, in turn, is embedded with other interacting subsystems in a larger system. In short, the notion of an educational problem or system should be expanded to include more systems and subsystems. And the boundaries between activities that are labelled educational and those that are not, should be pushed back to encompass informal as well as directed learning. Think for a moment about where you learned most of your attitudes, knowledge and skills. Was it exclusively within institutions labelled educational?

A Social Revolution

The world is in a critical phase of its evolution. The opportunity for untold wealth is nigh; so is the possibility of disaster. A Club of Rome report (Friedrichs and Schaff, 1983) suggests that continuous education soon will be a form of universal occupation. Yet most people in the world live in the stick age; they get their energy from burning sticks and their life style centres on hand hoe agriculture. They strive for self-sufficiency constrained by their environment. We, however, are confronted with what some fear could herald a return to that lifestyle (insofar as massive unemployment might reduce our economy to a shambles) and others hope could release mankind from burdensome labour, offering a culturally rich and personally rewarding lifestyle.

At the heart of these assessments is a revolution in information processing spawned by rapid advances in semi-conductor technology which is producing smarter, as well as smaller and cheaper, computers that will go far beyond the data processing systems that were the norm until recently. Robots alone promise to produce half of our manufactured goods, to displace human labour (including cheap labour in developing nations) and to send countless adults back to the education system either for specialized knowledge or skills or for personal education. Who is prepared to cope with this massive shift?

Our leaders in government, industry and education face many complex, inter-locking problems and possibilities. We are immersed in an era of unprecedented changes both in what is possible and in the physical and psychological environment that results from our decisions. Perhaps most significant is the increasing rate of change. We are not yet accustomed to the silicon chip and now must adapt to a protein biochip that promises to increase the density of a chip by 100,000 times. Can we even conceive of the potential impact of such a development on education and training? What we are

discussing is a socio-cultural revolution comparable to the introduction of the written word and the invention of printing. How can education and training systems cope? What support is required? Let us begin by considering other developments in information technology.

INFORMATION TECHNOLOGY

What are we to make of the oft-repeated assertion that information processing and communication will be the main occupation of our work force? What are the implications for education and training?

The Promise of Information Technology

In the realm of education and training, information technology holds great promise. By information technology I refer to both the underlying knowledge and the hardware and software tools for storing, retrieving and using numerical, verbal, pictorial and textual information. Usually this involves a microelectronics-based system for information processing and communications, but earlier versions required only texts or simple tools. But information storage and display systems are insufficient. If they were, Edison's prediction (some 70 years ago) that motion pictures would replace the teacher might have been fulfilled.

Significant learning involves something more sophisticated than simple acquisition of information; think of reading, computational skills, ability to draw inferences or compose an essay, or reasoning. As Whitehead put it, "though knowledge is one chief aim of intellectual education, there is another ingredient, vaguer but greater and more dominating in importance. The ancients called it 'wisdom'.... It concerns the handling of knowledge, its selection for the determination of relevant issues, its employment to add value to our immediate experience" (Whitehead, 1929, p. 30).

Technology, including information technology, is feared by some and understood by few. Yet it is essentially a human and humanizing art which is absolutely essential for our survival and wellbeing (cf. Pask and Curran, 1982; Pask, one of the visionary pioneers in this field, shows how computers are changing the way we think about language, knowledge and even consciousness). Technology allows us to do things that we want or need to do. The essence of technology, and therefore educational technology, is knowledge about relationships (e.g. if we perform action X, there is a probability, P, that a given outcome, Y, will occur). Alas in education and training it is seldom clear which action X is most likely to produce the intended result Y, especially without also producing unintended and conflicting outcomes. Operational research is needed to further our understanding.

New products, never before practical, include machines that talk, listen and respond; computers; video recorders and players; and networks that span the world, allowing us to communicate with others.

But older information technology still has an impact. Let me illustrate this point. A three-year old learned what is meant by such terms as fuselage, stabilizer and helium gas, from watching one short television program. A year later he received a plane for a gift and immediately asked why the stabilizer on this plane was at the top of the tail whereas on another it was at the bottom. (Luckily a neighbour could explain the design principles and cost-cutting factors involved; thus a child's knowledge grows.) Yet another three-year old in a nursery school, used a computer-based responsive environment to learn how to read, type and take dictation, achieving a reading level of an eight-year old in 50 or 60 hours of play. What happens when such children enter school? Can their idiosyncratic knowledge be developed? We shall return to this issue later when considering individualized instruction.

Today's systems may include computer-controlled audiovisual devices or even the new laser card—a credit card whose recording stripe can store 2 megabytes, the equivalent of a novel, for retrieval by a cheap attachment to your microcomputer. Moreover it is possible to store not only information but also procedural rules and systems which establish a kind of dialogue with the reader. Whereas books and TV permit voices from the past or afar to influence our knowledge, emotions, values and even actions, they are uni-directional. Even though the author's characters come alive for us, we cannot engage in a discussion with the author. Not so with the computer.

The computer author or programmer may simulate some objects or events, part of his own mind, or the personalities of others. Thus expert systems on a computer allow the mind of an expert to be simulated by the system (Mitchell, 1983). The user engages in a dialogue with the expert (alias the programmer's representation of him or them) about e.g. architecture, office bookkeeping or medical diagnosis. You might even find yourself raising questions, weighing answers and finally agreeing or disagreeing with someone who is now dead! (Shaw and Gaines, 1983).

A situation or process that is too dangerous or costly for students to deal with often may be simulated for pedagogical purposes. Airline pilots who train in a flight simulator sometimes emerge shaking from a simulated near-crash or collision. They learn safely at a fraction of the cost of actually flying. In a training centre electronics students who previously spent 32 hours in class and lab learning certain diagnostic skills now do so in one-half hour with a simulation. (That is an increase in efficiency of 64 times!) With advances in educational technology it now is possible to provide many kinds of learning opportunities that rely on simulating reality in one way or another.

TRAINING

Many jobs require not only initial qualifications but extensive study, some at the expense of the employer, others of the practitioner. The cost of training, unlike education, normally includes the salary of the student while engaged in studies. Therefore many firms have found it profitable to invest considerable sums in an attempt to increase the effectiveness and efficiency of instruction. Any savings in time is a return on the investment. (This is in stark contrast with public education where courses are defined by the calendar and any time saved would be filled by something else.)

It is probably accurate to say that most large companies have extensive training departments though the quality of trainers varies widely. Nonetheless many companies lack any sophistication in this domain. To illustrate, a company engaged in erecting utility poles required its employees to be familiar with safe methods of storing, handling and using dynamite. It asked a summer student to prepare the materials, despite the student's total ignorance of the subject.

Where competent training development groups exist, corporate returns on investment in training often run around 30% to 40%, depending upon subject matter, background of trainers and instructional technologists and media or methods used. I know of one 15 day training course which required 30 person-years to prepare. But the savings in salaried time of new employees over the previous courses justified this expenditure. Of course training is not always the answer to what appears to be a training problem. Holden (1983) presents a 14 step instructional design model for training that includes a chapter dealing with diagnosis and consideration of alternative solutions. Several examples are cited in which training turned out not to be needed.

Media-dependant training tends to be costly to develop. Typically 100 to 500 hours of development are required for Computer Aided Learning. However the Canadian Armed Forces, using the National Research Council's National Authoring Language, NATAL, reportedly operate below this range even with multi-media CAL. With a small number of trainees it is often as difficult to justify CAL in industry as in education. But where numbers warrant it, multi-media CAL may be advantageous. One way to amortize development costs is industry-wide collaboration such as the Kanata High Technology Training Association where common courses are developed for many companies.

Even so, advances in information technology can be expected not only to facilitate training but also to replace it by intelligent systems that reduce the need for training either by automating the process or by serving as a job aid when a particular skill is needed. To illustrate, a portion of a driver training course was found to be 30 times as costly as a mechanical system that achieved the same goal. A humourous illustration is a commercial pilot's lament that the only job requirement now is 60 words per minute typing ability. An example of a smart job aid is an ongoing research project intended to guide electronic trouble-shooting using a multi-media CAL system that one "drives" through a visual map of components and symptoms until the fault is identified and repaired.

KNOWLEDGE AS CAPITAL

The accumulated knowledge of mankind is staggering, whether it be stored in books, minds or computers. As a form of capital, knowledge is needed by individuals, companies and nations to foster their economic aspirations. But it must be used by people or machines, not simply stored. Employees in some industries are constantly studying. Today's youngsters are expected to master in a few decades what required thousands of years to emerge. And new relevant knowledge must be acquired as our society faces rapid changes in work and leisure. What will be the impact of developments in information technology?

A global transformation has begun, one in which human information handling skills are being amplified much as muscle power was in the past. Information technology seems destined to be our main industry. For some this means much study but for others specific knowledge may be less important because current and predicted microprocessor chips make possible remarkable possibilities for storing knowledge in a form con-

veniently retrievable anywhere by workers. Moreover the use of reprogrammable microprocessor-controlled machines, robots, shifts the burden of knowing from human to computer. This promises to make possible increased production and a sharp decline in the demand for labour. New discoveries, life styles and vocations will require people to adapt and to make the best use of their own resources, not only for productive employment, where possible, but also for peace of mind. The burden of preparing people for this falls on the education system but must be shared by employers and unions.

Increasingly, unemployment due to robots in the factory and expert systems in the office will be a problem. On the one hand these problems will challenge educators and trainers. On the other, maybe some hope is offered to increase the efficiency or effectiveness of instructional systems. Where are we today?

Granted that microprocessors may permit the redesign of our regulatory systems, including education, where do we begin? How do we produce startling improvements?

USING A COMPUTER TO "DRIVE" THROUGH KNOWLEDGE

Let me share a vision with you. Someone decides to learn french using a computer with special tricks. Not only can it present printed or colour graphic information on a colour video display unit but the computer can also present audio information and feedback comments. And it can control slides and TV sequences. Naturally it does so in response to typewritten input from the student (controlled by a program). It also has limited capacity for accepting voice input from the student who speaks into a microphone.

Imagine this student choosing to "travel" to Montreal in this simulator in order to practice her french in a restaurant on rue St. Denis or perhaps to go shopping in the boutiques of old Montreal. The device has the capacity to permit one to walk down a street, choose the direction to turn at an intersection and then be confronted with a slide of whatever lies in that direction. Stopping in front of a shop, one "turns" toward it and "enters"—all simulated by slides or video, accompanied by appropriate sounds. How much more interesting is this than learning exclusively from a book and classroom? Note that this system could be used at work or home and would be useful for most subjects. Is this a dream?

Just such a computer aided learning system exists and audio-visual materials for the french lessons are being recorded in Montreal by an American company even as this paper is written. The dream was that a Canadian firm would be doing it, creating opportunities for an indigenous knowledge industry.

From Blacksmith to Wordsmith

Let us extend this vision. If our workforce is increasingly less likely to work in manufacturing industry we must exploit opportunities for new industries based on information technology. Production of CAL software for such a learning system could utilize a variety of talents, including those in training centres and universities.

Suppose a Canadian company were to produce CAL lessons and courses for a wide range of academic and vocational subjects, selling them in the world market. Not only would it enhance education and training but it would provide jobs for Canadians and it would contribute positively to our international balance of payments. What more could we ask?

Cultural Implications of the Knowledge Industry

What are the long-term implications for our culture if we import rather than produce such learning materials (with appropriate consideration given to Canadian issues, values and goals)? Problems with foreign-authored texts can be complemented by our teachers but an adaptive self-instructional system may be used at home, workplace or even school without human intervention. It is imperative that educators and other decision makers be aware of the long-term possibility of cultural diminishment with sophisticated CAL.

Should Canada develop an instructional software industry as a national priority as we have with broadcasting, film production and the Canadian publishing industry? If information technology is expected to lead in economic growth, how best to create these jobs and prepare people to fill them? Colleges and universities can provide the necessary preparation (and do so now on a limited scale) but might also engage in the necessary research and even in lesson production.

Let us pursue this path further. The inter-relatedness of information technology and education is apparent already. But what about their links to societal development and change? Let us return to the American company that is developing the language series. For a key question concerns the effectiveness of such

instruction. How useful is this kind of CAL and how much time does it take compared with conventional teaching?

WILL EFFICIENT TEACHING PRODUCE BRIGHT STUDENTS, SOCIAL PROBLEMS, OR ...?

Consider the implications of work currently in progress. This company is busy packaging teaching materials which combine CAL, computer-controlled slides and TV (video disk) and audio—as well as specially designed printed material. All this is intended to implement the curriculum stipulated by the state department of education. (We hold in abeyance any consideration about whether children should be taught this way because such normative issues are likely to be swept under the table by decision makers; a combination of the profit motive and budget restrictions will demand it).

Suppose they are successful and more-or-less fully automate the teaching of grades 5 to 12 as intended. Suppose further that the materials are modified to suit virtually any state or provincial curriculum. By allowing amortization of development costs over many schools it is likely that such a system could be very much cheaper than the traditional, union-bound school system. As such this kind of commercial system conceivably could replace our schools. It might even be sold directly to parents. How effective is this system?

I have been told that the content of grades 5, 6 and 7, as well as part of grade 8, was available last year. A demonstration project was undertaken in a pilot school. Reportedly, grade 5 children progressed through to grade 8 in about five months! Think about this for a moment.

At that rate, the grade 5 students might complete high school in about a year. Would they enter college or the job market at age 12? Would they be better students than those from a traditional system? If they enter college/university, what happens to their social life? If not, will they be jobless and a social problem? Will the schools use this system and then cram more into the curriculum to keep folks there until age 16 or 18? If so, what are the implications of one group's having a relatively much higher level of formal education than heretofore or than other groups? On the other hand, suppose the USA and other nations buy this sort of school system and Canada does not? Our graduates, indeed our economy would be at a disadvantage. What if private schools adopt it and the provincial system does not? Presumably many parents would send their offspring to the private school. Or perhaps it would produce great pressure for public implementation. But if so, will this be seen as a way of cutting government expenditures? If your school board or province does not use this system and another does, your children may suffer, forcing you to act.

The cultural overtones implicit in having a foreign dominated CAL-based educational system, coupled with the need to promote employment of our graduates, leads to a simple conclusion that underscores an earlier point: We cannot afford not to develop our own version of this multimedia CAL system (assuming extensive evaluation confirms early reports).

THE UNIVERSITY OF TOMORROW?

The Americanization of Canadian Universities

The emergence of interactive multi-media computer systems with video-disk colour TV that can store some 50,000 pictures or 4,000 books on a disk costing a few dollars, cheap computers programmed for a specific instructional procedure (e.g. a talking book), and increasing interest in tele-education schemes, all presage a radical shift to home and job-based education. Moreover American private enterprise stands a very good chance of controlling this aspect of information technology just as much of the Canadian publishing industry is a branch plant operation. To illustrate, Texas Instruments already makes hand-held talking computers for learning in elementary grades but in principle could shift levels. And there are other models.

We are all aware of the existence of highly qualified scientists, engineers and others in big corporations. Many engage in research at the frontiers of knowledge. What would happen if one of them decided to develop and open a CAL system at the university level? Not possible, you say, because universities are established by government charter? Consider this: in the USA several such companies have degree-granting powers and actually offer bachelor's level education and some even offer master's and Ph.D. degrees. The fact that these programmes are intended for their own employees does not preclude their opening to include anyone.

Rumours exist of a multi-million dollar federally funded project (in collaboration with a western province) to establish in all post-secondary institutions, facilities for CAL controlled by a private corporation's computer in the USA. If so, would this export jobs as well as money? Surely Canadian facilities could be found.

Tele-Education

By tele-education we mean a system of education or training in which the learner is usually separated in space or time from the subject matter expert for most of his instruction. Thus tele-education might occur over an extended geographical area through direct or interactive systems (e.g. Telidon, cable-TV, satellite communications or computer). Or it may use other self-instructional schemes. Note that learning at great distance is not necessary and differs little from learning on campus or in a corporate training centre using the same instructional resources. The main ingredient is the knowledge engineering process that produces high quality self-instructional materials.

There have been several notable, and mostly large, experiments which demonstrated the efficacy of distant study schemes. Britains's Open University is perhaps the best known; OU students spend about two-thirds of their time with printed course materials, the rest is distributed across radio, TV, computer-scored assignments and personal discussions with one of the 5,000 tutors scattered around the UK. The OU may allocate five person-years to develop a course (which is perhaps 20 times the time available in a typical university). But with 5,000 or more students in a course, the payoff to develop instructional materials is great.

Canada has several tele-education schemes. The largest is probably Tele-Université (a component of l'Université du Québec). But it should be possible for several universities to co-operate, perhaps with a national agency, to develop high quality instructional materials and systems that could be used at other institutions. This would reduce some costs and free faculty members to spend more time with students and in research. We could even establish a trans-Canada distribution system similar to British Columbia's Knowledge Network of the West. This could act as a catalyst and public utility for dissemination of media programs to anyone who chooses to watch as well as to registered students.

The Information Marketplace: Multi-National Growth Industry?

Already available is an increasing flow of CAL software for home computers, mainly at the elementary school level. Will we someday be treated to a learning menu distributed to our home computer by an American university (this exists today) or company or perhaps available from our telephone or cable TV company? What would happen to Canadian institutions then? Will some Canadian universities become essentially research centres and schools of graduate study? Will others emphasize software production? Perhaps students actually should have more rather than less contact with faculty members as many have asserted. We must conclude that tele-education may be a last resort for some while yet preferred by others. Let us strive to keep our universities viable.

The impetus and means for educational change is shifting from ministries of education and teachers to a commercial marketplace dominated by corporations not known for their sense of ethical, social and cultural responsibility for the organization of personal and cultural development. We must establish a dialogue with others to determine the kind of future we want.

Provision of opportunities for quality education is not simply an "educational" problem, it is a political, economic, social and global industrial problem. As a socio-cultural regulator we must consider education not only at the provincial level but also at the national and at the local level. But the details will require research as well as discussion and compromise before an ideal solution is found.

The Computer Goes to School

The spurious saliency of micro-computers and promotion of computer literacy obscures the fact that our homes are full of telephones, motors, etc. about which we usually know nothing. Granted that computers are important, it is not clear whether we need to know much about them. Tom Rich (1983) provides an excellent overview of the impact of computers on Canadian schools. His conclusion is sound, we still do not know what will happen if extensive use is made of these machines. Yet most provinces have or will install computers in all schools. Both Ontario and Quebec even plan to establish computer factories for the education market. And most provinces have policies and school-centred user groups for mutual support.

In principle there are several possible uses of a computer in school: as a calculator; as a word processor; as a problem solving tool (e.g. simulator); as a teaching/ learning aid; as a controller of processes (e.g. robotics); as subject matter; as a means to learn programming. In practice, apparently most schools stick to programming and studying what is a computer. Programming may prove more useful as an introduction to disciplined, rigorous thinking than as a usable skill.

Perhaps software costs prohibit widespread introduction of CAL. Undoubtedly, more and more computers will find their way into schools and the sophistication of students who use them is likely to be impressive. But a massive effort is needed to prepare teachers for this invasion. This calls for courses, self-instructional materials and perhaps CAL. We could use a national consortium to share materials.

FROM POCKET CALCULATOR TO POCKET PROFESSOR

Pocket-size flat screen video display units now exist and the Science Council of Canada (1982) predicts a pocket computer more powerful than any of today's multi-million dollar machines. What problems and opportunities can we foresee? What research should be initiated?

It seems certain that hand-held CAL will become available, bringing to the student the best teaching and learning strategies (and knowledge) of some of our greatest teachers. The ubiquitous pocket calculator may be replaced by a pocket prof designed to guide the student through a specific subject matter. Needless to say, this will call for curriculum changes. But it also demands much research if we are to implement this notion.

Artificial Intelligence and Expert Systems

One area for research concerns the development of expert systems and artificial intelligence (A.I.). Where are the funds? Both SSHRC and NSERC should establish strategic grant programs to support such work and in information technology generally. Should the Government of Canada treat CAL as a national priority and perhaps establish R and D centres within the National Research Council's CAL group, in the Department of Communications or at key regional centres? Or can we afford only one such centre with a budget to attract world class researchers in cognitive science, philosophy, educational technology, computer science, cybernetics, etc? We need not be so restrictive. Canada now has talented researchers who rely mainly on foreign sources of funds; how long can we keep them without massive support?

Modelling Knowledge, Learners and Conceptual Style

Any CAL system based on A.I. must incorporate a model or representation of the tasks or subject matter to be learned. Equally it needs a representation of the student's knowledge and of his capability for carrying out required operations. And it needs a representation of alternative teaching/learning activities that might be matched to the student's needs. Finally it needs a learning model which monitors student-tutor conversation and computes the probabilities of the student's interests, preferences, needs, etc., in order to make inferences and provide the best possible information and manner of presentation. By way of illustration, one USA-funded Canadian research group (at Concordia University's Centre for System Research and Knowledge Engineering/Centre de recherche systemique et d'epistemologie appliquee) is examining several inter-related questions that need to be answered first: How to analyze and represent the organizing principle binding related concepts, procedures, relations, etc. together? How to identify and match conceptual styles? How to develop a curriculum for individualized learning? And how can these tasks be carried out by a computer? From work such as this may come the knowledge needed to individualize instruction through CAL; until then, most programs are likely to be simple drill-and-practice or teach-and-test units. Valuable though these be, it is not equivalent to having a dialogue with an expert.

Such research and development, aimed at implementing an effective form of individualized tutoring could prove useful not only at home or school but in the workspace as well. Even employees and managers could converse with this system about information pertinent to decision making. But where is the money to come from to support graduate students and research associates? One thing is clear, money must be found now to train Canadian researchers in all aspects of educational and information technology. Tomorrow is too late.

THE IDEA OF INDIVIDUALIZED INSTRUCTION

As today's students experience—outside the classroom—an information cafeteria containing multi-channel TV, books, computer games, chip-based instruction, and discussions, their knowledge becomes increasingly complex and unique. Unlike mass instruction, or self-pacing through common CAL or other software, individualized instruction implies adaptation to individual differences in conceptual style, preferences, attitudes, background and intention. Here we confront the most vexing aspect of educational technology.

The Teacher Must Have a Model of the Learner

To ignore the characteristics of the learning system when we design an instructional system is to guarantee a mismatch much of the time. Research shows that synchronization of only two teaching/learning styles produces as much as a tenfold increase in learning rate for matched over mismatched styles. How can educational technologists talk of individualizing learning when such basic individual differences are ignored? Typically only one instructional activity or sequence, or at most a limited form of parallel versions, is developed. Adaptive systems are expensive but can be constructed even at this early stage of research on A.I.-based CAL. But this appears to be too costly for isolated workers to manage. Perhaps a national CAL publishing house or clearinghouse and marketing agency is needed.

Equally important, instructional technologists ignore most of the research on learning that shows the futility of attempting to invent instructional methods and materials that routinely produce intended—but narrow—instructional outcomes in students. One result is to dehumanize the student by treating him as an object rather than an active, self-determining person with idiosyncratic tastes and capability. Another is to encourage a superficial learning strategy rather than a deep, holistic approach to understanding the subject matter.

Conceptual Style

Gibbs (1981) reports a study at Harvard in which students were asked to read an introductory text for 20 minutes. They were given a multiple-choice test; all did very or exceptionally well. They were then asked to summarize the chapter in a sentence or two. You might imagine that most could do this; only one percent could do so. The remaining 99% apparently did not attempt to find out what they were reading. Such obedient purposelessness probably is not unique to Harvard students. It gives rise to a simple question: What was their understanding of 'learning'?

Students can be characterized as having an active or passive attitude to learning. The latter sees learning as something that happens to you whereas the active student sees learning as something you do, including searching for understanding and not merely skimming the surface to remember enough to pass a test. To this must be linked Capra's (1982) view that our education system is a product of the mechanistic paradigm that has dominated scholarship for several centuries and which is analytic rather than holistic. As a result, there often is a great concern with efficient transfer of information rather than with a development of thinking individuals. Ideally, individualized instruction systems should promote the active approach.

Of course there are other alternatives. One would be to help students to learn how to learn. Perhaps students can be helped to acquire an active, holistic approach to their learning so that they can understand and not merely recall what they have studied. They might also learn to concentrate, to read flexibly and quickly to solve problems easily, to take notes that reflect patterns, etc. Or they may learn to communicate and discuss critical issues.

Another model that comes to mind is the University of King's College in Halifax whose Foundation Programme provides a stimulating mixture of large classes, group discussions, tutorials, and informal discussion combined with an incredible array of reading materials from ancient to modern times and spanning art, science, religion, philosophy, etc. Doubtless CAL would help, but in a very important sense, King's students have an individualized education system already.

EDUCATION AND EMPLOYMENT

Changing employment patterns underscore the importance of exploiting new possibilities of employment and socially worthwhile activities.

Information technology with all its ramifications for research and development, communications, robotics, education, cybernetics and better organizations, provides many opportunities for creating employment. Equally—if we fail to act as a nation with a sense of urgency—it provides opportunities for other countries to create employment and to sell their goods and services to us. The shift in balance of payments, from producer/exporter to importer of hardware and software could represent a difference of $10 billion to $20 billion per annum.

Because technology is inextricably intertwined with education, it follows that more money must be directed to higher education as well as to research and development if we wish to prepare people for new roles.

How will people acquire the requisite skills to function in the information technology age? We can expect to see increased emphasis not only on schooling, university studies and job training but also on retraining to help those displaced by machines. For many, retraining may be difficult, for others, impossible; we need to find

new methods that make learning easier, more enjoyable and, if possible, cheaper than the approach followed for the past century or so. Moreover we need to help people adapt not so much to change as to the increasing rate of change: change in knowledge, technology, machines, methods, jobs, lifestyles, society. How can educational technology help each person to maximize his learning potential despite wide variations in individual capability and changing needs? One way is through recognition that education is a cradle to grave activity.

Lifelong Learning

We may think of education as being focussed on the optimal organization of personal and cultural development. This implies continuity from its genesis at a parent's knee to death. Education is not confined to schooling. Recall that until recently conversation was the mark of an educated person. Today knowledge and education are crucial national and personal resources. The educated person engages in a lifelong process which contributes to both personal and national development. Thus education, work and leisure intertwine. Often only a paycheque distinguishes between learners.

Meanwhile the world's so-called education system grinds on, consuming ever-increasing amounts of money. While rich countries provide tax-supported schooling for 10 to 20 years, half the world's children cannot attend school. Enormous problems must be solved if mankind as a whole is to share in the potential for human comfort, achievement, and wellbeing now restricted to a tiny minority. What if Canada were to develop a new approach to education and training, one that could be exported to developing nations and involving Canadians as resource persons and consultants? Developing nations might leap into the 21st century with our aid.

But first we must consider our options.

WHAT IS NEEDED?

National Survival

Education and training in Canada is a multi-billion dollar enterprise and even a one percent increase in effectiveness would be important to that half of the population directly involved. However the real concern of government is not the need for training and retraining. Rather it surely is national survival in the face of intense competition. In this respect, the multi-billion dollar software market on the horizon suggests that federal and provincial governments foster the development of Canadian expertise in information technology in general and educational technology in particular.

We may well have an opportunity window of only two or three years; during this period we could see a Canadian software industry grow rapidly, otherwise we may experience a brain drain as well as an exodus of money. Shall we see a national priority animated by a sense of urgency and a vision of what kind of future we want? Should there be a national college or university, perhaps operating as a Tele-Education system yet integrated with existing universities? The Canadian Association of University Teachers and the Association of Universities and Colleges of Canada might be encouraged to work on this before a multi-national company does it.

Government Training

Government can do much to help simply by taking existing government and defense training needs and orchestrating them to support the emergence of an indigenous Canadian educational/information technology industry. By so doing, our future could be far better than if we export money, jobs and even responsibility for much of our cultural development. Funding of Canadian research centres and individual scholars is needed.

Should Canada be more active? Other governments have been the dominant force in high-technology activity. Japan's massive fifth generation computer project is parallelled by a software development centre. The USA, France, the U.K. and other countries are actively pursuing this area. Of significance is that a tiny country, Singapore, has decided to develop a software industry. The curriculum in existing institutions is being modified to include computers and an Institute of Systems Technology set up to offer training courses. Similarly an Institute for Systems Studies is planned. Various incentives, some very enticing, were identified to support the software industry. Singapore realized the difficulty of competing with industrial giants in hardware manufacturing and marketing. The global market for CAL and other software is just beginning.

A National CAL Software Repository and Marketing Programme

A valuable addition for education and training would be a standard course storage protocol, a national

CAL software storage and management system and a marketing programme. All of this could be built around NATAL, one of the few languages that is relatively machine-independent. NATAL can operate a variety of terminals, including Telidon.

Just as publishing as we know it would not exist without the many government programmes to support Canadian publishers and authors, so too might Canadian computer software publishing be very limited without similar programmes. Another model is the National Film Board which has produced and distributed many excellent films; a similar agency might undertake to develop computer aided learning and other software. In the U.K. the B.B.C. offers a computer literacy course which includes not only books, radio and TV programmes but also a cheap computer; and the B.B.C. broadcasts computer programs which users record on a cassette recorder. Such a model could be imitated to distribute free software here. Another approach to distribution may be to establish a Canadian CAL software development fund. Similarly a central clearinghouse and marketing agency might aid thousands of cottage industry software creators.

Training Development

Some countries levy a training tax on corporations that is either given to the company for training or to a consortium for industry-wide training materials. Such a tax incentive could do much to improve training materials and perhaps to develop a CAL software industry.

A National Centre for CAL Research

A Canadian centre or network for CAL could do much to coordinate activity here. (We interpret the term CAL in its widest sense as being concerned with the design, programming and use of systems for creating, processing, storing, retrieving or communicating information. It is thus concerned with knowledge engineering, expert systems and perhaps even robotics as well as learning.) This centre should be a central organization for promoting the development and application of CAL and other aspects of educational technology in Canada. It could: be a focal point for collecting and disseminating information, advise government and corporate decision makers, initiate research and development programmes, and engage in other socially worthwhile activities.

Although the proposed centre should be financed by the federal government and, ideally, have a direct link to the Cabinet, several options exist for implementation of this recommendation, e.g. a new agency, a new department in an existing government department, a hybrid consisting of parts of two or more departments, a new institute established e.g. at a university. Such an institute might be set up across the country in various places. Perhaps a model to consider is the CAL group in the National Research Council.

Another key question is whether, and how, money can be allocated to support relevant research and development. Some sort of granting agency is required to support all sorts of things: research and development groups and centres; software publishing; scholarships for students and returning students, aid for education of foreign students, etc...

A Model of Canada

Finally, the proposed centre might be established as part of a national Institute for Cybernetics devoted to developing a model of the economy as a viable system (Beer, 1979). When dealing with systems as complex as human systems we must recognize and cope with the fact that everything interacts with everything else, thus invalidating the traditional analysis and reduction of problems into isolated subproblems. We also must recognize the the observing and the observed system interact; there can be no objective observer. We also need to appreciate that the use of exclusively quantitative data is unsatisfactory. Finally, we must recognize the ethical and aesthetic variables which must be integrated into analysis, planning and decision making. This undoubtedly calls for a trans-disciplinary activity.

There ought to be a cybernetic model of the nation available to the Cabinets of the national and provincial governments. The complexity of inter-related systems with many feedback loops demands that our governments have the best tools available to govern. Our very future depends on the leadership to establish them. Such a viable system model, incorporating education, information technology, etc., as components, would be of inestimable value in establishing government policy.

Conclusion

We have considered a richer and more dynamic model of education (with its subset, training) than is usually discussed. I have tried to show that education is a critically important factor at the individual or national level. Moreover education, work and leisure are intertwined and continue throughout life.

In this world of nearly unlimited computing power and instantaneous worldwide communication, the central question posed by information technology is political. What kind of society do we Canadians wish to create for ourselves and future generations? Second to this is the means to use.

Will we harness the computer and use it for everyone's benefit or will it simply be a tool for one group to exploit another? Will Canada develop a national policy on CAL software production and other aspects of educational/ information technology? All we need now is someone to build a viable system model that provides a vehicle to steer our education and training sector through a rapidly changing economy and builds on the expertise of everyone. It can be done; all we need is courage, initiative and commitment—and awareness of the potentially disastrous effects of indecision.

P. David Mitchell

References

Beer, S. (1974), *Platform for Change*. New York: John Wiley

Beer, S. (1979), *The Heart of Enterprise*. New York: John Wiley

Beer, S. (1982), *The Will of The People*. The Lindsey Sutcliffe Lecture, Middlesex Polytechnic, London.

Capra, F. (1983), *The Turning Point*. Toronto: Bantam.

Freidrichs, G. and A. Schaff (ed.), *Micro-electronics and Society, A Report to the Club of Rome*. Scarsborough: New American Library, 1983.

Gibbs, G. (1981), *Teaching Students to Learn*. Milton Keynes: Open University Press.

Holden, E. (1983), *Training for Performance and Profit*. Montreal: les Editions Cybersystems.

Mitchell, P.D. (1983), *Mediating Human Presence Through Computer Aided Learning: Toward an Expert System*. In Proceedings of the Fourth Canadian Symposium on Instructional Technology. Ottawa: National Research Council.

Pask, G. and S. Curran (1982), *Microman, Computers and the Evolution of Consciousness*. New York: Macmillan.

Rich, T. *The Impact of Computers on Canadian Schools' Programmed Learning and Educational Technology*. 1983, August, pp. 167-173.

Science Council of Canada (1982), *Planning Now for an Information Society, Tomorrow is too Late*. Ottawa.

Shaw, M. and B. Gaines (1983), *Computer Systems in the Knowledge Environment: A New Medium*, in G.E. Lasker (ed.) *The Relation Between World Problems and Systems Learning*. San Francisco: Intersystems.

Whitehead, A.N. (1929), *The Aims of Education and Other Essays*. London: Macmillan.

SELECTED BIBLIOGRAPHY

THEME I — TECHNOLOGY IN CANADA'S FUTURE

Ian Barron and Ray Curnow, *The Future with Microelectronics: Forecasting the Effects of Information* Technology, Frances Printer, London, 1979

One of the best of several books discussing in fairly general terms microelectronics and its applications. The book draws heavily on British experience and provides perhaps the most widely quoted analysis of the longer term impact on employment of the new technologies.

Michael L. Dertouzos and J. Moses (eds.), *The Computer Age: A Twenty-Year View*, MIT Press, Cambridge, Mass., 1979

This set of original essays done for the American Bicentennial draws on M.I.T. and other experts to examine the full range of computer developments, applications and implications currently and within a twenty year time horizon. The book is especially interesting in that it provides leading experts the opportunity to informally speculate about future developments in areas where they will be among those creating those developments (Nicholas Negroponte computer graphics; Terry Winograd; artificial intelligence; Seymour Papert, computer aided learning, etc.)

Direction des Études Industrielles, Ministère de l'industrie du Commerce et du Tourisme (Que), *L'Industrie et l'Électronique au Québec: Analyse et Perspectives*, Québec, 1981

This is a sector study of the electronics industry examining the current state of the industry in Quebec within the Canadian context; its organization and structure; its factors of production; and its markets. The study concludes by examining those elements required for developing and extending the current levels of activity.

D. Godfrey, J. Madden, D.F. Packhill, A. Ouimet, *Gutenberg II*, Press Porcepré, Victoria, 1980

D. Godfrey, E. Chang (eds.), *The Telidon Book*, Press Porcepré, Victoria, 1981

In *Gutenberg II*, several of those active in the development of Telidon, the Canadian videotex technology, describe the system and with others review their vision for its development. The image is of a mass medium for interactive computer communications finally bringing to fruition the continuing Canadian vision of the "wired city" and the "wired country". The Telidon Book carries the vision into the market place and there is a strong emphasis on the practicality of implementing and marketing Telidon domestically and internationally and on the technical details of videotex systems.

Pamela McCorduck, *Machines Who Think*, W.H. Fruman and Co., San Francisco, 1979

Written by a non-professional for non-professionals this book provides a history of artificial intelligence as a discipline and as a technology. In its course it also gives a useful introduction to the techniques of AI, the sub-disciplines of AI, such as expert systems, natural language interfaces and robotics and presents some of the outstanding ethical, philosophical and technical problems.

Ministry of Industry and Tourism (Ont.), *Background Papers for the Government Microelectronics Task Force*, Toronto, 1981

The Government of Ontario developed a series of background studies for its Task Force on Microelectronics. These papers reviewed international and Canadian developments in such areas as the electronics industry, software and the rate of diffusion of microelectronics based innovations and looked to situate Ontario within this context. In addition, the various electronics based markets were analysed for current and potential Ontario opportunities.

Le Monde, *L'Informatique Aujourd'hui*, Paris, 1982

This is a collection of the articles published in *Le Monde*, one of the world's finest newspapers, on the subject of informatics (information technology). The topics covered include the technologies, policies, applications and impacts as well as a very useful glossary and bibliography of French language documents. As an account of the intelligent observer experiencing and responding day

by day to the events precipitated by the microchip this collection is extremely useful even if disjointed.

Nature, Special Issue on *Biotechnology*, January 10, 1980

Written for the layman interested in science, especially the natural sciences, this issue provides a good introduction internationally to the opportunities, issues and concerns surrounding biotechnology. The position taken is that there are significant industrial opportunities to be exploited but there are risks both to science and to society in their exploitation. There is a useful description of areas of possible development and the historical background to the current burst of interest.

J.-M. Salvador, *La Bureautique au Québec*, Ministère des Communications, Québec, 1983

This brief document is one of a series of studies prepared as background to a major Quebec conference on communications held in October, 1983. The study reviews the current status of Quebec's participation in the production of goods and services in the area of bureautique/office automation.

Scientific American, Special Issue on the *Mechanization of Work*, September 1982

This issue brings together analyses of the mechanization/ automation of several different types of work: agriculture, mining, design and manufacturing, commerce and office work along with several more general pieces. While no specific technology is significant, the combination of several technological developments is having transformative effects in most of the areas analysed.

Science Council of Canada, *Biotechnology in Canada: Promises and Concerns*, Ottawa, 1980

This document provides the results of a workshop during which the range of issues presented by biotechnology industrial developments were discussed. Industrial opportunities were identified as were the limitations on Canada's capability in responding to those opportunities. Certain of the medical, ethical and legal problems presented by biotechnological research were also noted.

The Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution, *Energy Alternatives*, Supply and Services Canada, Ottawa, 1981

This study by a Special Committee of Parliament examines the current "energy system" in Canada and analyses the possible role of a variety of alternatives to this including the use of alternative energy sources and alternative energy technologies. The report provides a very useful compendium of possible energy related technology developments and areas of current research and development activity.

R. Uhlig, D. Forbes, J.H. Bair, *The Office of the Future*, North Holland Press, Amsterdam, 1979

Produced out of the Bell Northern Research Labs, this book reviews all aspects of the "office of the future" including the technology systems, the role of communications and the anticipated impacts on individuals and organizations. Though clearly reflecting its joint authorship, it is one of the clearest and most comprehensive as well as authoritative books available on the subject. It does however fail to anticipate the current proliferation of personal computers in the office and the impact which they are having and will have.

THEME II — CONCERNS ABOUT THE CONSEQUENCES OF CHANGE

Marc Bélanger, *The New Electronic Canada*, Canadian Union of Public Employees, *The Facts* (volume 5, number 7, September, 1983)

This lively document is a special issue of CUPE's regular membership magazine. It reviews the new information and communications technologies and examines from the labour perspective their impacts on health and safety, employment and society as a whole. The indications are ominous according to this report.

Linda Blais, *Les impacts de la technologie de l'information*, Ministère des Communications, Québec, 1983

This document provides a brief overview of the anticipated impacts of the new technologies paying considerable attention to the positive impacts in such areas as the professions, energy use and cultural develop-

ment. In addition the study identifies a range of negative impacts especially from the perspective of Francophones and Québécois.

P. Bonnelli, A. Fillian, *L'Impact de la micro-électronique*, Commissariate Général du Plan, Paris, 1981

This report to the President of France reviews the new micro-electronic technologies and the related industrial developments. It goes on to discuss its application in consumer and other areas, its impact on energy use and on productivity and employment. It concludes with recommendations for a series of initiatives to be taken to respond to the challenges presented.

Michael Brown, B. Billingsley, R. Rhumai, *Privacy and Personal Data Protection*, Research Publication #15, Commission on Freedom of Information and Individual Privacy (Williams Commission), Government of Ontario, 1980

This volume and certain of the other volumes of the Williams Commission provide a very useful background to the privacy issues which are likely to arise as a result of the widespread computerization and inter-connection of personal data bases. This report examines in detail current Ontario government practices and provides a series of useful case studies on personal data keeping and use in a number of areas.

Michel Clermont, *Informatique et Emploi*, Ministère des Communications, Québec, 1983

This study reviews the anticipated impacts of information technologies on employment and employees in Quebec including the organization of work, the place and duration of work, health and safety and so on and makes recommendations concerning government actions in response to these impacts. This report draws on the same limited information base as the other reports in the field.

Kai Elgie (ed.) *Proceedings of the Forum on the Social Impacts of Computerisation*, Waterloo Public Interest Research Group, Waterloo (Ont.), 1982

This conference brought together some of Canada's leading observers on the social impacts of the new technologies. Among the subjects discussed were Telidon, computer aided learning, employment, women, privacy, computers and the Third World and copyright. The proceedings give a useful overview of current thinking on the negative social impacts of the new technologies but on occasion touch on the more positive social uses.

M. Larochelle, *Information et utilisation du français*, Ministère des Communications, Québec, 1983

S. Goulet, *Les répercussions culturelles de l'information au Québec*, dossiers du Conseil de la langue française #12, Québec, 1982

These two studies examine the impact of informatics and "informatisation" on the culture of Quebec and on the use of French. The Goulet document examines how the process of integrating computers into daily use will affect the nature of culture. Larochelle examines at an empirical level the relatively weak situation of the French language in the rapidly expanding area of computerized information bases and the threat this poses to the culture and sovereignty of Quebec.

New Views: Computers and New Media — Anxiety and Hopes, Commission on New Information Technology, Stockholm, 1979

This is a condensed version of a longer report by the commission which in turn summarizes a number of more detailed reports dealing with new media (specifically videotex and teletext). The report reviews existing media use in Sweden and examines the role that the new media may play in that context. There is a discussion of the issues presented by the technology (similar to those of concern in Canada) and also a discussion of the legal issues which are developing.

Richard Patent, *A l'orée de la télématique: les équipements de communications des ménages québécois*, Ministère des Communications, Québec, 1982

This very interesting study reviews the communication technologies as they currently impact on the household, and discusses the future household based systems and services and their markets. It then goes on to examine the impacts which these systems and services may have on households, on individuals and on society as a whole. The study integrates a wide range of information perti-

nent to the analysis of the household markets and impacts of new technologies in Quebec and elsewhere.

Stephan G. Peitchinis, *The Employment Implications of Computers and Telecommunications Technology*, Department of Communications, Ottawa, 1981

This is one of a series of reports prepared by Professor Peitchinis of the University of Calgary on technology and employment. These studies involved both broader national surveys and in depth examinations of particular firms and industries and found that overall, while there had been considerable job change the "employment effects of computers and computer-related electronic systems have been generally positive."

Heather Menzies, *Women and The Chip: Case Studies of the Effects of Information on Employment in Canada*, Institute for Research on Public Policy, Montreal, 1981

Proceedings of a Conference on the Impact of Micro-Electronic Technology on the Work Environment, Labour Canada, Ottawa, 1981

Labour Canada Task Force on Micro-Electronics and Employment, *In the Chips: Opportunities, People, Partnerships*, Labour Canada, Ottawa, 1982

These three publications indicate the significance and concern which is being assigned to the employment and working environmental implications of micro-electronics: especially women's clerical employment. The three reports argue that the impact will be highly significant and that appropriate measures should be taken to plan for and alleviate the problems which will arise. In the Labour Canada reports, attention is also given to the quality of the working environment which it is believed is being negatively affected by micro-electronic based systems.

Ted Nelson, *The Home Computer Revolution*, Ted Nelson, The Distributors, South Bend, Indiana, 1977

This is one of the first of the books describing how the micro computer can become a home and personal-use computer, transforming the way in which daily life as well as daily work are conducted. An optimistic vision is presented where information is immediately and freely accessible and where this information is useful to individuals in transforming their ways of life and liberating them from centralized institutions and centralized workplaces.

June Rada, *The Impact of Micro-Electronics*, International Labour Organization, Geneva, 1980

Diane Werneke, *Micro-Electronics and Office Jobs: The Impact of the Chip on Women's Employment*, International Labour Organization, Geneva, 1983

These two complementary studies examine on a global scale how micro-electronics is affecting both industrial and employment structures. The overall picture is one of rapid and widespread change and with the threat of significant unemployment especially in clerical and white collar occupations in the short term. Both studies, especially in the latter, draw to some degree on Canadian materials and thus provide a useful context for examining Canadian concerns in a global context.

THEME III — PUTTING THE TECHNOLOGY IN PLACE

A l'heure des biotechnologies: programme d'intervention pour le développement de la recherche en biotechnologie au Québec. Phase I: 1983-87, Secrétariat à la Science et à la Technologie (Gouvernement du Québec), Québec, 1982

This report presents an analysis of the current state of biotechnology and opportunities for development in the area in Quebec. A number of recommendations in support of biotechnology development are made with respect to human resources, technology transfer, financing and the role of the Quebec government in the process.

Advisory Committee on Artificial Intelligence for the Ministry of Education and Sciences (Netherlands) *Artificial Intelligence in the Netherlands*, 1983

A Programme for Advanced Information Technology: The Report of the Alvey Committee, Department of Industry, HMSO London, 1982

Commission of the European Communities, *Communication from the Commission to the Council on Laying the Foundation for a European Strategic Programme of Research and Development in Information Technology*, Brussels, 1982

Proceedings of the International Conference on Fifth Generation Computer Systems, Japan Information Processing Development Center, Tokyo, 1981

These reports and a large number of others are concerned with developing strategic plans for their respective jurisdictions in the light of the on-rushing information technologies and specifically artificial intelligence related technologies. Having been brought to widespread attention by the Japanese Fifth Generation project announced at the 1981 conference, country after country has quickly convened high level committees to develop appropriate responses. The above reports provide an indication of the seriousness with which these developments are being taken. Each gives country specific recommendations for development.

Bâtir l'avenir: les communications au Québec, (Recherche et Développement: Bilan et Perspectives), Ministère de Communications, Québec, 1982

This is the report of a working group struck by the Quebec Ministry of Communications in association with the Ministry of State for Scientific and Cultural Development to review the current state of research and development in communications in Quebec. The report reviews the current situation both outside and inside Quebec and concludes that intervention by the Government of Quebec is required because of the importance of the sector and because of the weaknesses in current activities.

Economic Council of Canada, *The Bottom Line: Technology, Trade and Income Growth*, Ottawa, 1983

This is a detailed examination of technology within the context of the Canadian economy and Canadian economic growth. The study identifies the importance of technology adaptation and diffusion in the Canadian context and examines current government assistance programmes in support of technical advance. It concludes with an examination of Canadian trade policy and its impact on the economy. Recommendations as to change in government policy concerning technology support and trade are presented. This report is in certain respects a restatement of the position taken by the Science Council in its report, *Forging the Links: A Technology Policy for Canada* (1979).

Edward Feigenbaum and P. McCorduck, *The Fifth Generation* and *Japan's Computer Challenge to the World*, Addison-Wesley Publishing Co., Reading, Mass., 1983

This book is an American "call to arms" on the style of the "Nora-Minc" Report or Servan-Schreiber's warnings about *le défi américain*. *Written by one of the leading experts in artificial intelligence and the foremost non-academic chronicler of the subject, The Fifth Generation* examines Japan's plan to build a computer that is capable of a variety of functions which we currently associate with thought. This project, announced in 1981, focusses Japan's national energies into the building of the world's most intelligent (and most accessible to the layman) machine. The book makes several recommendations concerning appropriate U.S. responses.

Feigenbaum and McCorduck see this project as a significant challenge to U.S. computer and, ultimately, industrial and social supremacy and they challenge the various groups in the U.S., both industrial and governmental, to respond.

Le virage technologique, Gouvernement du Québec, Québec, 1982

This document is an overall examination and plan of action by the Quebec government for sustained economic advance, and technological development. The development of technology based enterprises are seen as a key component of this direction and a program of action to achieve this is presented.

Les conférences socio-économiques du Québec, *Le Québec et les communications: Un futur simple*, Ministère des Communications, Québec, 1983

This is a comprehensive look at the present and future of communications in Quebec and was developed as background for a major conference to be held in October, 1983. The report raises questions concerning the future role of government in strengthening communications services and industries within the overall context of Quebec's economic, social and industrial strategies.

Simon Nora and Alain Minc, *The Computerization of Society: A Report to the President of France*, MIT Press, Cambridge, Mass., 1980 also *L'informatisation de la société*: un rapport au président de la République, la documentation française, Paris, 1978

This report gained considerable attention both in France and internationally in its call for a national strategy to respond to the new opportunities and risks presented by telematique (telecommunications and information processing). Interestingly they note that Canada was the first to understand that something novel might result from the combination of the two.

The report makes a number of observations concerning micro-electronics and the risks to various employment sectors, to national sovereignty, and to various industrial areas novel at the time but which have by now become commonplace.

Robert Reich, *The Next American Frontier*, Times Books, New York, 1983

This book examines the reasons for the current American industrial decline (deindustrialization) and presents a series of strategies for industrial renewal. The central theme of these strategies is the need for a national (and Japanese style) "industrial strategy" based on a consensus of opinion among labour, industry and government.

Science Council of Canada, *Planning Now For an Information Society: Tomorrow is Too Late*, (Report #33) Ottawa, 1982.

This report from the Science Council reviews the new technologies and their potential impact on Canada and Canadians. It argues for policy direction on future new developments and makes recommendations concerning the necessary response by government to the challenges being posed.

Task Force on Biotechnology, *Biotechnology: A Development Plan for Canada*, Ministry of State for Science and Technology, Ottawa, 1981

This document reviews the current state of knowledge and activity in the area of biotechnology in Canada and abroad and presents a plan for the stimulation of an effective Canadian presence in the area. The objective of the plan is to create a climate for the development of a variety of biotechnology-based Canadian industries.

Un projet collectif: énoncé d'orientations et plan d'action pour la mise en œuvre d'une politique québécoise de la recherche scientifique, Gouvernement du Québec, Québec, 1980

In this report the objectives of, and a plan for, the development of scientific research in Quebec are outlined. Among the areas observed are the proposed "collective" and "democratic" objectives of Quebec scientific research, the development of appropriate scientific manpower, the management strategy for the stimulation of science, research, and financing and the development of appropriate policy mechanisms in the scientific area.

Working Group on Industrial Policies, *Multinationals and Industrial Strategy*, Science Council of Canada, Ottawa, 1980

This is a report examining one of the possible strategies in support of innovation and technological development in Canadian industry. The strategy of four companies with world product mandating is reviewed and conclusions and policy implications are drawn from these. The opportunities and limitations within the specific context of Canadian industry are examined.

Z. Zeman, *Men With the Yen*, Occasional Paper #15, The Institute for Research in Public Policy, Montreal, 1980

Japan is examined from a Canadian perspective in this document. The role of Japan globally has clearly changed and is changing further — from an exporter of low quality goods, to an exporter of high quality adaptations of the technologies of others, to a major thrust to become a major technological innovator and the world's number one economy. The strengths and weaknesses of contemporary Japan are examined and Canadian policy options for responding to, and developing with, the Japanese initiatives are discussed.

Dirk de Vos, *Governments and Microelectronics*, Science Council of Canada, Ottawa, 1983

This very useful document reviews the current experience and practice of European governments with respect to promoting investment and innovation in microelectronics and its applications. Among the countries examined are the United Kingdom, France, West Germany, Sweden and the Netherlands. While no conclusions are drawn, the report notes that "even quite small economies have had a head start of at least four to five years with the kinds of studies and exhortations about monitoring technologies that began to surface in Canada only in 1982".

THEME IV — ADJUSTING TO CHANGE

James W. Botkin, M. Elmandjra, M. Malitza, *No Limits to Learning: Bridging the Human Gap* (A Report to the Club of Rome) Pergamon, 1979

This book places learning and especially "innovative learning" as the central means for individuals to adjust to change and for individuals especially in the developing world to promote and maintain effective change. Innovative learning is described and contrasted with other types of learning. How effective learning can lead to a resolution of world problems is discussed.

M. Brossard et N. Durany, *Le plein emploi à l'aube de la nouvelle révolution industrielle*, Université de Montréal: l'École de relations industrielles, Montréal, 1981

This volume contains the proceedings of a conference examining the employment impacts of microelectronics. It is particularly useful in that it brings together comment, analysis and discussion from academics, public servants, industrialists and labour to discuss the problems and mechanisms of adjusting to microelectronic-induced change in the working environment.

R. Dorion, *Adapting to a Changing World: A Reader on Quality of Working Life*, Labour Canada, Ottawa, 1981

Although not specifically concerned with new technologies this collection of essays provides an introduction to quality of working life approaches to the management of industrial and organizational change. These possibilities are particularly important in the light of the extent of change which is taking place and the problems of adjustment which are arising.

Fred Hirsch, *Social Limits to Growth*, Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1976

This book examines the central theme that there are natural limits on the distribution of social goods and services. Ever advancing expectations concerning wealth and the good life eventually run up agianst barriers where the gain of one inevitably means loss to another or even to all. As the state, rather than the market, becomes increasingly responsible for the distribution of these goods the legitimacy of the allocation mechanisms and thus of the state is called into question.

R.F. Laidlaw, *Co-operatives in the Year 2000*, Co-operative Union of Canada, Ottawa, 1980

This report by one of Canada's leaders in the world co-operative movement examines the future of co-operatives in the context of economic and social difficulty and technology change. Co-operatives provide one option for promoting and managing change both in the marketplace and in the developing world, it is suggested.

Yoneji Masuda, *The Information Society as Post-Industrial Society*, Institute for the Information Society, Tokyo, 1981

This very influential book was written by one of Japan's leading thinkers in the area of information economics and social futures. This book outlines current developments towards an information society and indicates what shape that society is likely to take when it has fully emerged. The book is especially interesting in giving a Japanese perspective on the problems and opportunities presented by the information society and a blueprint for its emergence by one of Japan's leading architects of this development.

Policy Options, The Institute for Research in Public Policy, Montreal

This magazine, currently appearing six times yearly, regularly presents informed and useful discussions of Canadian issues and the policy options which are available to respond to these. Recent issues have included discussions on stimulating technology (Jan./Feb. 1983), shorter working hours (May/June 1983), workers' cooperatives (May/June 1983), training, planning and so on.

Jean-Jacques Servan-Schreiber, *The World Challenge*, Simon and Schuster, New York, 1980

This book presents the global challenge of microelectronics especially as it opens up possibilities for positively addressing the problems of the third world. The book provides a readable overview of world developments with respect to microelectronics and identifies the dangers which these developments pose. The book so influenced the then President of France that a world centre for the study of microelectronic applications was established in Paris to pursue microelectronic applications in the areas of Third World development and education, among others.

Roxanne Hiltz Starr and Murray Turoff, *The Network Nation: Human Communication Via Computer*, Addison Wesley Publishing Co., Reading, Mass., 1978

"During the next two decades, inexpensive computer power and communications links will facilitate the emergence of vast communication-information networks. The network nation is a society in which telecommunications via computer networks has shrunk time and distance barriers among people, and between people and information, to near zero. So that the reader may understand the nature and consequences of the emerging network nation, the authors review the history of the technological innovations that have made it possible, discuss what is known about the social and psychological impacts of this new form of communication, look at the potential application to a wide range of societal processes, and review the present and future technical and policy issues related to such applications" (from the inside rear cover).

Social Planning Council of Ottawa-Carleton, *Techno-Peasant Survival: A Workshop on High Technology Planning and Job Access for Low income Groups*, Ottawa, 1982

In November 1982 the Social Planning Council of Ottawa-Carleton organized a workshop where a report on access by the poor to high technology employment was presented. This workshop identified a number of ways in which hi-tech employment by disadvantaged individuals could be promoted.

K. Valaskakis, *The Information Society: The Issues and the Choices*, Gamma: Université de Montréal/McGill University, Montreal, 1979

This is the integrating report of a large project undertaken by the futurist Gamma Group to examine the various aspects of Canada as an information society. It provides a useful integrated perspective on some of the issues and options which the new technologies thrust upon Canada and places Canada in the context of the larger developments taking place internationally.

Vanier Institute of the Family, *The Future of Work: A Contribution to the Public Debate on Canada's Future*, VIF, Ottawa, 1981

This is the edited proceedings of an international workshop on the future of work. The papers presented examine not only adjustment to change but also the fundamental definitions and meaning of work and suggests that adjustment is taking place not only through formal but also through informal and personal channels.

Work For Tommorrow: Employment Opportunities for the '80s. House of Commons (Parliamentary Task Force on Employment Opportunities for the '80s — The Allmand Committee) n.d.

This report examines employment and training practices within the context of changing manpower and skill requirements. The report discusses the various elements of the skilled manpower preparation system and makes a series of recommendations based on a perception of a mismatch between labour and skill supply and demand and the particular problems of specific groups.

SELECTED VIDEOGRAPHY

Canada

The Electronic Web — Quarterly Reports Series

56:50 min. col., 1981, videotape
Producer: Ken Hazzam
Distributor: CBC Enterprise, Toronto
Rent: $75
Purchase: $400
Content: The film looks at the dark side of the information revolution and the threat to the privacy of the individuals in the age of computers.

Switching On — Your Life in the Electronic Age

57:05 min. col., 1981, videotape
Producer: Wendy O'Flaherty
Distributor: CBC Enterprise, Toronto
Rent: $75
Purchase: $400
Content: *Switching On* explores the incredible advances in computer technology realized by the silicon chip and reaches two significant conclusions:
1) the reduction in human toil will lead to a vast decrease in the number of jobs; and
2) if work can no longer be the basis for pay a guaranteed annual income may be necessary.

Japan

The Super Achievers — Nature of Things Series

57:20 min. col., 1982, videotape and film
Producer: James Murray
Distributor: CBC Enterprise, Toronto
Rent: $75
Purchase: $400
Content: Japan has combined hard work and clever innovation with an uncompromising scrutiny of business and industry to rise from near obscurity to a major industrial power.

Les robots

19:53 min. col., 1981, 16 mm
Producer: CBC
Distributor: National Film Board
Rent: free (public libraries and NFB libraries)
Purchase: $375
Content: Are robots beneficial or harmful to man? A look at the invasion of robots in our lives.

Downside Adjustments

60 min. col., 1983, 16 mm
Produced by: Mary Jane Gomes and Emile Kolompar
Distributor: DEC, (416) 964-6901
Rent: $90 (community) $95 (institution)
Purchase: price not available yet (approx. $1300)
Content: The film looks at the effects of new technology on the auto industry and how it affects lives of working people in the auto industry in Windsor.

Fast Forward – A series on the new technologies and their implications

30 min. each, col., 1980, video
Producer: Ontario Educational Communications Authority
Distributor: TVOntario
Rent: free
Purchase: price not available
Titles: The Micro-electronic Revolution
Humanizing the Technology
Bio-engineering 1
The Information Flow
New Perspectives
Computer Simulation
Memory and Storage
Electricity/Energy
Transportation
Space
Business of Information
Security
Medicine
About Computers
State of the Arts
Implications

Computer: Computerized Supermarkets

23 min. col., 1979, vtr.
Produced by: University of Manitoba
Distributor: Thomas Howe Associates, (604) 687-4215

Rent: $25
Purchase: $250
Content: This program visits a recently automated supermarket. The Universal Product Code (UPC) and the equipment needed to utilize the system are explored. Potential problems with such a system as seen by the Consumers Association are also presented.

England

BBC Horizon Series
Goodbye Gutenberg

80 min. col., 1980, 16 mm
Producer: Edward Goldwyn
Distributor: BBC Toronto
Rent: educational use $90
non-educational use $125
Purchase: educational use $1125
non-educational use $1160
Content: As more and more words fly free of the printed page and are processed and stored in computers, Horizon looks at existing examples of the new information technology and its effect on democracy, national boundaries, language, bureaucracy and privacy. This programme also examines some of the more far-reaching and subtle effects of the new information age, the cultural changes that may lie ahead and what the haze of electronic pulses will do to our way of life.

Halfway to 1984

50 min. col., 1976, 16 mm
Producer: BBC
Distributor: BBC Toronto
Rent: educational use $65
non-educational use $100
Purchase: educational use $925
non-educational use $950
Content: The film is an examination of the issues raised by recent developments in computer technology which have made mass surveillance and its political misuse a practical possibility.

Now the Chips Are Down

50 min. col., 1978, 16 mm
Producer: BBC
Distributor: BBC Toronto
Rent: educational use $65
non-educational use $100
Purchase: educational use $925
non-educational use $950
Content: A microprocessor is science fiction fantasy in a tiny chip of silicon. Cheap to produce, it will function like a big computer, making possible a machine that can read aloud, a driverless tractor, a production line without humans, a warehouse that needs no staff. Robots controlled by microprocessors can not only do any welding, cutting or assembly jobs — they can also "learn" human skills.

U.S.A.

The Ultimate Machine

30 min. col., 1971, 16 mm
Producer: Time-Life Films
Distributor: Marlin Motion Pictures Ltd.
Rent: $50
Purchase: $644
Content: The film examines the development and use of the computer. It shows an automated oil refinery where computers control production, a child learning from a classroom computer, and scientists building a manlike robot.

The Mind Machines

57 min col., 1978, 16 mm
Producer: WGBH — T.V./Time-Life Films
Distributor: Marlin Motion Pictures Ltd.
Rent: $66
Purchase: $1007
Content: Examines and interviews scientists working and researching Artificial Intelligence, a branch of computer science. Predictions of machines more intelligent than their creators stirs lively discussions. Computers are shown playing and winning chess, diagnosing medical problems, controlling robots used in space science and operating assembly line functions.

Computers, Spies and Private Lives

59 min. col., 1981, 16 mm
Producer: Time-Life Films
Distributor: Marlin Motion Pictures Ltd.
Rent: $66
Purchase: $1073

Content: This film reveals how computers, routinely gathering information on our finances, politics, tastes and habits, may prove a threat to our individual privacy. Discussed in detail are nationwide computer banks, which store this information, and computer thieves, who can break computer codes to obtain data that may endanger both domestic and international financial institutions. Also examined are telecomputers, which may replace direct mail, and "smar cards", which look like ordinary credit cards but which contain a computer code known only to the owner and thought to be unbreakable.

Michael Gurstein
Socioscope Inc.

La Conférence le Canada demain

du 6 au 9 novembre 1983

DOCUMENTS COMMANDÉS

Canada

Ministère d'État
Sciences et Technologie Canada

Ministry of State
Science and Technology Canada

La Conférence le Canada demain

du 6 au 9 novembre 1983

DOCUMENTS COMMANDÉS

©Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1984

En vente au Canada par l'entremise de nos

agents libraires agréés
et autres librairies

ou par la poste au:

Centre d'édition du gouvernement du Canada
Approvisionnements et Services Canada
Ottawa, Canada, K1A 0S9

N° de catalogue ST 31-15/2-1984F
ISBN 0-660-91222-8

Canada: $5.00
à l'étranger: $6.00

Prix sujet à changement sans avis préalable

LA CONFÉRENCE LE CANADA DEMAIN

du 6 au 9 novembre 1983

DOCUMENTS COMMANDÉS

TABLE DES MATIÈRES

	PAGE
Les causes des obstacles au développement de l'industrie canadienne de technique de pointe Kimon Valaskakis, l'Institut GAMMA	1
L'opinion publique de la technologie: Les Canadiens s'adaptent aux changements Richard Anderson, Public Affairs International Ltd.	15
Les institutions font-elles obstacle au progrès technologique Arthur J. Smith	27
Quelles sont ces nouvelles technologies? Thomas Masters	37
La technologie, les marchés du travail et l'économie M.C. McCracken, C.A. Sonnen, INFORMETRICA	45
Les femmes face aux changements technologiques Monica Townson	53
L'incidence de la technologie de l'information sur l'éducation et la formation P. David Mitchell	65
Bibliographie choisie Michael Gurstein, Socioscope Inc.	79

Ces documents ont été commandés pour la conférence Le Canada demain. Les idées exprimées sont celles des auteurs et ne reflètent pas nécessairement la position du gouvernement du Canada.

LES CAUSES DES OBSTACLES AU DÉVELOPPEMENT DE L'INDUSTRIE CANADIENNE DE TECHNIQUE DE POINTE

« Ce n'est pas, cher Brutus, la faute de nos astres
Mais la nôtre, si nous sommes assujettis. »

W. Shakespeare.

1. LES POSSIBILITÉS : DES RETOMBÉES ACCRUES POUR L'ESPRIT D'ENTREPRISE MONDIAL

1.1 La place de la technique de pointe dans l'économie mondiale

Depuis le milieu des années 70, l'économie mondiale a connu une importante transformation occasionnée par trois grandes forces : (a) les chocs pétroliers de 1973 et 1979, et les réactions suscitées chez les gouvernements nationaux; (b) la montée des nouveaux pays industrialisés du Sud: Corée du Sud, Taiwan, Singapour, Hong-Kong, Brésil, Mexique, etc., et (c) la révolution de la micro-électronique.

Le plus important de ces facteurs est sans doute le dernier. La première vague industrielle est arrivée à la fin du XVIII[e] siècle, avec l'avènement de la machine à vapeur; la deuxième, vers la fin du XIX[e] siècle, s'est manifestée par l'électricité et le moteur à combustion interne; la troisième est déjà commencée, avec le microprocesseur, plaquette omniprésente qui modifie les modes de production, la consommation et la vie de tous les jours.

Comme les précédentes, cette vague a son cortège de *gagnants et de perdants*. Les gagnants sont les pays qui parviennent à s'adapter à la structure industrielle de cette nouvelle réalité; les perdants sont les autres qui n'y arrivent pas, pour diverses raisons. Il aura fallu une grave récession et des ralentissements sérieux dans les secteurs de la fabrication pour que les gouvernements et les entreprises canadiennes et américaines se rendent compte que nos entreprises traditionnelles sont très vulnérables à la concurrence du Japon, des nouveaux pays industrialisés de l'Extrême-Orient et de l'Amérique du Sud, ainsi que des industries revivifiées d'Europe.

Selon des statistiques de 1982 de l'OCDE, les États-Unis se classent au cinquième rang au chapitre de la consommation par habitant; le Canada occupe la onzième place. Pour tirer ces conclusions, on se sert des taux de change actuels, lesquels tendent à démontrer que le dollar US est probablement surévalué comparativement au yen et à la plupart des devises européennes. Le pays où l'on enregistre la plus haute consommation privée par habitant est la Suisse, avec 10 128 $ US, contre 7370 $ US aux États-Unis et 5950 $ US, au Canada. Le Japon, malgré sa devise sous-évaluée, se classe tout près du Canada, avec 5220 $ US. C'est donc dire que le Canada n'est plus un pays à salaires élevés, par rapport aux autres pays de l'OCDE, sauf peut-être en ce qui concerne certaines industries qui ont rencontré par le passé peu de concurrence étrangère et ont pu se permettre de faire passer aux consommateurs des goûts de salaires supérieurs à la moyenne.

1.2 Les réactions étrangères au défi

Les États-Unis

La technologie fondamentale de l'ère de l'informatique a été élaborée dans une large mesure aux États-Unis. L'invention du transistor, il y a 35 ans, a mené, dans un temps extrêmement court, à la mise au point de circuits intégrés de tous genres, de plaquettes mémoire et de puissants microprocesseurs qui constituent le centre nerveux des ordinateurs modernes, des robots et du matériel contemporain de télécommunications. Si les États-Unis traînent aujourd'hui la patte derrière la Japon en matière d'automatisation industrielle, il ne faut pas oublier que cette technologie provient presque exclusivement de nos voisins du Sud. Malheureusement, l'industrie américaine a été lente à adapter ces nouveaux moyens aux procédés de production.

Les entreprises multinationales américaines ont été les premières à installer des usines normalisées de montage dans des pays où les salaires sont bas; et, dans la majorité des cas, on a continué de s'appuyer sur les grandes usines normalisées, épine dorsale des affaires, sans se soucier d'innover en grand. Au cours des

©Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1984

En vente au Canada par l'entremise de nos

agents libraires agréés
et autres librairies

ou par la poste au:

Centre d'édition du gouvernement du Canada
Approvisionnements et Services Canada
Ottawa, Canada, K1A 0S9

N° de catalogue ST 31-15/2-1984F
ISBN 0-660-91222-8

Canada: $5.00
à l'étranger: $6.00

Prix sujet à changement sans avis préalable

LA CONFÉRENCE LE CANADA DEMAIN

du 6 au 9 novembre 1983

DOCUMENTS COMMANDÉS

TABLE DES MATIÈRES

PAGE

Les causes des obstacles au développement de l'industrie canadienne de technique de pointe 1
Kimon Valaskakis, l'Institut GAMMA

L'opinion publique de la technologie: Les Canadiens s'adaptent aux changements 15
Richard Anderson, Public Affairs International Ltd.

Les institutions font-elles obstacle au progrès technologique 27
Arthur J. Smith

Quelles sont ces nouvelles technologies? 37
Thomas Masters

La technologie, les marchés du travail et l'économie 45
M.C. McCracken, C.A. Sonnen, INFORMETRICA

Les femmes face aux changements technologiques 53
Monica Townson

L'incidence de la technologie de l'information sur l'éducation et la formation 65
P. David Mitchell

Bibliographie choisie 79
Michael Gurstein, Socioscope Inc.

Ces documents ont été commandés pour la conférence Le Canada demain. Les idées exprimées sont celles des auteurs et ne reflètent pas nécessairement la position du gouvernement du Canada.

LES CAUSES DES OBSTACLES AU DÉVELOPPEMENT DE L'INDUSTRIE CANADIENNE DE TECHNIQUE DE POINTE

« Ce n'est pas, cher Brutus, la faute de nos astres
Mais la nôtre, si nous sommes assujettis. »

W. Shakespeare.

1. LES POSSIBILITÉS : DES RETOMBÉES ACCRUES POUR L'ESPRIT D'ENTREPRISE MONDIAL

1.1 La place de la technique de pointe dans l'économie mondiale

Depuis le milieu des années 70, l'économie mondiale a connu une importante transformation occasionnée par trois grandes forces : (a) les chocs pétroliers de 1973 et 1979, et les réactions suscitées chez les gouvernements nationaux; (b) la montée des nouveaux pays industrialisés du Sud: Corée du Sud, Taiwan, Singapour, Hong-Kong, Brésil, Mexique, etc., et (c) la révolution de la micro-électronique.

Le plus important de ces facteurs est sans doute le dernier. La première vague industrielle est arrivée à la fin du XVIII[e] siècle, avec l'avènement de la machine à vapeur; la deuxième, vers la fin du XIX[e] siècle, s'est manifestée par l'électricité et le moteur à combustion interne; la troisième est déjà commencée, avec le microprocesseur, plaquette omniprésente qui modifie les modes de production, la consommation et la vie de tous les jours.

Comme les précédentes, cette vague a son cortège de *gagnants et de perdants*. Les gagnants sont les pays qui parviennent à s'adapter à la structure industrielle de cette nouvelle réalité; les perdants sont les autres qui n'y arrivent pas, pour diverses raisons. Il aura fallu une grave récession et des ralentissements sérieux dans les secteurs de la fabrication pour que les gouvernements et les entreprises canadiennes et américaines se rendent compte que nos entreprises traditionnelles sont très vulnérables à la concurrence du Japon, des nouveaux pays industrialisés de l'Extrême-Orient et de l'Amérique du Sud, ainsi que des industries revivifiées d'Europe.

Selon des statistiques de 1982 de l'OCDE, les États-Unis se classent au cinquième rang au chapitre de la consommation par habitant; le Canada occupe la onzième place. Pour tirer ces conclusions, on se sert des taux de change actuels, lesquels tendent à démontrer que le dollar US est probablement surévalué comparativement au yen et à la plupart des devises européennes. Le pays où l'on enregistre la plus haute consommation privée par habitant est la Suisse, avec 10 128 $ US, contre 7370 $ US aux États-Unis et 5950 $ US, au Canada. Le Japon, malgré sa devise sous-évaluée, se classe tout près du Canada, avec 5220 $ US. C'est donc dire que le Canada n'est plus un pays à salaires élevés, par rapport aux autres pays de l'OCDE, sauf peut-être en ce qui concerne certaines industries qui ont rencontré par le passé peu de concurrence étrangère et ont pu se permettre de faire passer aux consommateurs des goûts de salaires supérieurs à la moyenne.

1.2 Les réactions étrangères au défi

Les États-Unis

La technologie fondamentale de l'ère de l'informatique a été élaborée dans une large mesure aux États-Unis. L'invention du transistor, il y a 35 ans, a mené, dans un temps extrêmement court, à la mise au point de circuits intégrés de tous genres, de plaquettes mémoire et de puissants microprocesseurs qui constituent le centre nerveux des ordinateurs modernes, des robots et du matériel contemporain de télécommunications. Si les États-Unis traînent aujourd'hui la patte derrière la Japon en matière d'automatisation industrielle, il ne faut pas oublier que cette technologie provient presque exclusivement de nos voisins du Sud. Malheureusement, l'industrie américaine a été lente à adapter ces nouveaux moyens aux procédés de production.

Les entreprises multinationales américaines ont été les premières à installer des usines normalisées de montage dans des pays où les salaires sont bas; et, dans la majorité des cas, on a continué de s'appuyer sur les grandes usines normalisées, épine dorsale des affaires, sans se soucier d'innover en grand. Au cours des

dernières années, les principaux acteurs de l'industrie américaine, souvent orientés vers les finances et les affaires, se sont préoccupés davantage du taux de rendement des investissements que de la promotion de la modernisation. Ainsi, l'industrie américaine de l'acier a-t-elle payé des dividendes élevés pendant de nombreuses années, alors que l'on ne s'occupait guère de moderniser les installations de production. Le principe de la « désuétude intrinsèque » de divers produits a été fortement préconisé, comme moyen de garantir une demande continuelle dans des secteurs variés.

A mesure que la concurrence étrangère sapait les marges de profits de nombreuses industries, des dirigeants de bon nombre d'entre elles ont choisi la fusion et l'acquisition d'autres entreprises comme moyen de maintenir la viabilité économique et sont devenus ce que Robert B. Reich appelle justement des « entrepreneurs sur papier ». Bien entendu, il y a eu des sociétés dynamiques comme IBM, Bell et différentes autres entreprises de technique de pointe qui ne se sont pas laissé prendre au piège de la stagnation; malgré tout, bon nombre d'entre elles n'ont pas consacré une attention suffisante à l'amélioration des méthodes de production et au contrôle de la qualité, contrairement à leurs concurrents japonais.

L'une des grandes faiblesses de l'industrie de pointe américaine a été et est encore de trop insister sur les rentrées et les efforts à court terme dans le but de maintenir un rapport élevé entre les profits et les gains (P/G) plutôt que d'investir dans la croissance à long terme. Il en est ainsi parce que les décisions d'affaires sont presque toujours prises partiellement en fonction du marché des actions; si le rapport P/G d'une entreprise baisse au cours d'une année, à cause de rentrées moindres, les investisseurs institutionnels comme les responsables de régimes de pension se défont souvent des actions de cette entreprise; s'ensuit une baisse des valeurs qui peut nuire à l'entrepreneur cherchant des capitaux. Le problème est bien connu mais il n'existe aucune solution simple.

Dans une certaine mesure, la « raeganomique » et les politiques monétaristes visant à juguler l'inflation ont eu des effets secondaires; en effet, les taux d'intérêt élevés qui ont été mis en place ont entraîné une surévaluation de la devise américaine. Cet état de choses a engendré une baisse grave du pouvoir de concurrence des entreprises américaines sur les marchés extérieurs et ont ouvert le marché des États-Unis à des concurrents étrangers.

Le miracle japonais

Le génie japonais a consisté surtout à importer et parfois à améliorer des produits de la technologie étrangère et à organiser les moyens de production industrielle le plus efficacement possible. L'industrie japonaise a fait preuve de beaucoup d'innovation en mettant au point des procédés améliorés de production fondés sur l'automatisation. Une bonne part du succès de l'industrie nipponne sur les marchés mondiaux vient du fait qu'elle offre de meilleurs produits que ses concurrents. Avant la guerre, l'industrie japonaise était connue surtout pour ses jouets et ses chaussures et textiles de qualité inférieure; après le conflit, le gouvernement et les industriels se sont employés, avec un succès éclatant, à enlever à leur production cette étiquette de piètre qualité. Le prix le plus prestigieux à être décerné dans l'industrie au Japon est le prix Demming pour la qualité, lequel a été nommé en l'honneur du professeur américain Demming, dont l'enseignement et la promotion des moyens statistiques de contrôle de la qualité dans l'industrie sont bien connus au Japon, alors qu'aux États-Unis ils sont presque ignorés. Il est intéressant de souligner que M. Demming a finalement reçu le crédit qui lui revient dans son pays et travaille maintenant pour la Ford Motor Company.

Une bonne part de la réussite japonaise dans l'industrie peut être attribuée *aux faibles activités d'opposition internes et à la tradition qui consiste à chercher le consensus pour les décisions*. A cet égard, il est bon de noter que l'on compte dans l'ensemble du Japon moins d'avocats que dans la seule ville de Washington; les différends entre sociétés et particuliers y sont souvent réglés par l'entremise de conciliateurs professionnels.

Le consensus en matière de buts industriels, qui a guidé dans une large mesure le développement de l'industrie japonaise, a généralement été appuyé de tarifs élevés et d'autres barrières visibles ou non en matière d'importations; ces facteurs ont permis aux fabricants de se doter d'un pouvoir de concurrence dans de nouveaux domaines, jusqu'au moment où ils ont été prêts à se lancer sur un marché mondial concurrentiel. Ces barrières ont été abattues par suite de pressions intenses des pays étrangers et aussi parce que, dans de nombreux cas, elles n'étaient pas nécessaires; il reste toutefois de sérieuses barrières à l'importation dans certains domaines, principalement en agriculture, secteur politiquement très sensible.

Jusqu'à tout récemment, les industries japonaises n'excellaient pas en matière de R-D et comptaient surtout sur le transfert des techniques d'autres pays et se concentraient principalement sur leurs capacités de production et sur leurs qualités de commercialisation sur les marchés extérieurs, négligeant leurs capacités en matière d'innovation. Ces efforts ont été grandement aidés par l'accès facile à des capitaux à des taux d'intérêts faibles. Le taux d'épargne élevé (environ 20 p. 100) et les antécédents des banques japonaises qui appuient le développement industriel, garantissant souvent jusqu'à 90 p. 100 du financement des entreprises, et le soutien gestionnel sont aussi des éléments qui ont contribué à cette croissance industrielle. Aujourd'hui, la part réservée à la R-D par le Japon se rapproche de celle des États-Unis (environ 2,5 p. 100 du PNB); on tente maintenant, au Japon, de produire davantage d'information d'ordre technologique. Un exemple de cette tendance est la mise en place d'un programme ambitieux visant la mise au point de la cinquième génération d'ordinateurs dotés « d'intelligence artificielle ». En outre, il ne faut pas oublier que le Japon, ne disposant pas d'une industrie militaire importante, consacre la presque totalité de sa R-D à des fins civiles.

Une bonne part de la réussite du Japon sur les marchés internationaux est attribuable aux études de marché exhaustives menées par ce pays et à la grande souplesse dont font preuve les Japonais pour adapter leurs produits aux besoins de marchés particuliers. Il est intéressant de souligner que presque toutes les têtes d'affiche du monde japonais de l'industrie ont fait des études de génie en plus d'avoir travaillé dans divers services avant d'occuper des postes de cadre supérieur. Cet état de choses explique probablement en partie la forte orientation de ces entreprises vers les techniques de génie et de fabrication. Il arrive très souvent que la commercialisation internationale soit assurée, pour un certain nombre de fabricants, par l'une des grandes entreprises commerciales qui sont des exemples d'organisation du genre.

Au Japon, le chef de file en matière d'information est Yoneji Masuda. En 1972, il a écrit *The Plan for Information Society — A National Goal Toward the Year 2000*, qui a servi de plan directeur à la mise en place de la société de l'information au Japon, qui était censée être réalisée vers 1985. Le plan a été accepté par le gouvernement nippon et Masuda fut chargé de l'exécution de ce projet ambitieux.

Une autre caractéristique intéressante de l'industrie japonaise est que les grandes entreprises de fabrication comme Toyota montent surtout des sous-assemblées ou des pièces fabriquées par des firmes spécialisées. Ces dernières ont des rapports à long terme avec les grands fabricants à qui elles fournissent des pièces ou des sous-assemblées juste à temps pour le montage, ce qui évite au grand fabricant de garder des stocks de pièces importants. Cette pratique est maintenant mise en valeur par les fabricants d'automobiles américains. Les fabricants de pièces liés à un grand fabricant ont même leurs associations. Rien n'indique que le manque de concurrence en matière de contrats dans ce secteur ait amené une baisse du rendement ni une diminution de la qualité, au contraire.

Un facteur à souligner est la grande souplesse dont fait preuve l'industrie japonaise pour abandonner des domaines qui se dirigent vers la désuétude et se lancer dans des secteurs plus prometteurs. Ainsi, si la construction de navires a déjà été une importante activité nipponne, c'est la Corée du Sud qui est le principal constructeur naval; le Japon a fourni à ce pays les chantiers navals les plus modernes au monde. Parallèlement, le Japon se retire graduellement du domaine primaire de l'acier et se concentre plutôt sur la fabrication d'aciers spéciaux, de plus grande valeur, et sur la construction d'aciéries modernes pour le compte de nations étrangères. Aussi, l'année dernière, les exportations japonaises étaient-elles constituées à 55 p. 100 d'usines et de moyens de production; une faible proportion des exportations était destinée au marché de la consommation. On remarque un nouveau mouvement dans l'industrie nipponne; ayant abandonné la majorité des activités de tissage il y a quelques années, les entreprises s'engagent maintenant dans la fabrication de textiles de meilleure qualité, au moyen de matériel automatisé ultramoderne. La tendance généralement adoptée par les multinationales japonaises est d'installer les activités de production de masse et de montage à l'étranger en conservant au Japon les fonctions de génie, de haute commercialisation, de planification, d'administration et de R-D qui exigent les meilleures compétences. Il en résulte une hausse progressive des compétences et des salaires des travailleurs japonais, alors que la majorité des postes moins bien rémunérés se trouvent dans les usines d'assemblage installées à l'étranger. C'est ce qui se produit lorsque des postes de télévision japonais sont assemblés au Canada ou que Honda fabrique des autos aux États-Unis. Contrairement aux multinationales japonaises, à tendance plutôt nationaliste, Robert Reich et certains autres considèrent que les multinationales américaines sont exclusivement intéressées par la maximisation des profits et installent donc les fonctions gestion-

nelles aux endroits les plus avantageux. Cela peut être valide pour les multinationales américaines, mais au Canada nous avons trop souvent constaté une certaine réticence de la part de la société mère à confier à leurs filiales canadiennes des tâches relatives à des produits d'ampleur internationale ou à des développements importants.

Au Japon, on craint très peu le chômage entraîné par la technologie. Cela s'explique par la forte capacité de concurrence de l'économie nipponne et aussi par d'autres facteurs très importants comme la faible participation des femmes au marché du travail, le taux peu élevé de natalité et l'immigration pratiquement nulle. Si les jeunes femmes constituent une main-d'oeuvre importante et très productive dans l'industrie, elles n'occupent normalement pas ces postes après l'âge de 30 ans. Selon Peter Drucker, le meilleur conseil que peut donner un père japonais à sa fille est de se marier avant 30 ans. Même si de plus en plus de femmes font des études avancées, elles ne peuvent s'attendre à suivre le cheminement de carrière traditionnellement suivi par les jeunes hommes formés pour assumer des responsabilités croissantes dans leurs entreprises, et ont plus de chances d'occuper par exemple des postes de programmeur, qui ne sont pas dans le grand courant des carrières gestionnelles. Le Japon demeure donc une société grandement dominée par les hommes et rien n'indique, à court terme, que cette situation traditionnelle changera.

Les nouveaux pays industrialisés et les nations moins développées

La pratique des pays industrialisés qui consiste à installer les fonctions d'assemblage et de fabrication exigeant moins de compétences dans des pays en voie de développement, où les salaires sont bas, a aidé ces pays à se doter de connaissances fondamentales en matière de fabrication. Non satisfaits de leur rôle de fournisseur mal payés, ces pays cherchent à accroître leurs connaissances et leurs capacités et à implanter leurs propres usines, ce qui leur permettra de joindre les rangs des nouveaux pays industrialisés. Ainsi, si les Sud-coréens ne disposent pas encore des moyens pour construire un chantier maritime ultramoderne, ils peuvent construire des navires dans les chantiers qui leur ont été vendus par les Japonais. Les compétences nécessaires sont bien différentes selon qu'il s'agit de construire une usine très automatisée ou d'en exploiter une. Par exemple, Hong-Kong possède quelques-unes des filatures les plus automatisées au monde.

Dans les pays en voie de développement, on craint que la production automatisée dans les pays industrialisés et la hausse des salaires dans les pays du Tiers Monde n'incitent les sociétés étrangères à ramener leurs moyens de production chez elles. Néanmoins, on signale que les Japonais prévoient que la majeure partie de la fabrication des automobiles se fera dans les pays en voie de développement, d'ici la fin du siècle, même si ces activités seront hautement automatisées. Un autre facteur qui encourage les grandes multinationales à poursuivre leurs activités de production à l'étranger est que ces pays représentent un marché en pleine expansion. On prévoit que, bien avant la fin du siècle, environ 300 multinationales disposeront de la moitié du marché mondial et celles-ci ne tourneront certainement pas le dos aux marchés croissants et aux aspirations des nouveaux pays industrialisés et des pays moins développés. Cependant, il y a risque sérieux que les pays développés imposent des restrictions croissantes sur les importations du Tiers Monde, afin de protéger les emplois dans les industries traditionnelles. La commission Brandt nous a déjà mis en garde contre les conséquences désastreuses de telles mesures; il est à souhaiter que la reprise économique mondiale réduira ce risque.

La crise du pétrole, la récession et les hauts taux d'intérêts ont mené bon nombre de pays en voie de développement au bord de la faillite. La Banque mondiale, le Fonds monétaire international et les institutions bancaires doivent tous faire des concessions pour éviter que divers pays en mauvaise posture ne puissent faire face à leurs dettes. La principale protection dont disposent ces nations contre la faillite nationale vient du fait que leurs dettes sont si importantes que leur non-paiement par l'une ou l'autre d'entre elles entrainerait probablement l'effondrement des grandes banques. Il est donc probable que des arrangements seront faits afin d'éviter d'en arriver là. Cependant, à l'avenir, la communauté bancaire internationale sera beaucoup plus réticente à investir des milliards dans le but de favoriser le développement industriel; or, le FMI et la Banque mondiale ne pourront à eux seuls fournir tous les capitaux requis. Le meilleur espoir des pays en mauvaise posture réside peut-être dans l'investissement plus direct des grandes sociétés de pays industrialisés dans des usines à l'étranger.

L'Europe

La récession a sérieusement touché un certain nombre de pays d'Europe. Le ressentiment est grand envers la politique économique des États-Unis, surtout

en France. Les restrictions américaines imposées aux importations d'acier des pays européens ont causé beaucoup de frictions. Cependant, certains signes annoncent une reprise prochaine.

Après avoir traîné derrière les États-Unis et le Japon, en matière de micro-électronique, les pays européens se rattrapent. La France, en particulier, a clairement reconnu la nécessité de se préparer pour l'ère de l'information. On consacre beaucoup d'énergies à moderniser le système de télécommunications civil et à promouvoir la croissance des entreprises d'électronique souvent dans le cadre d'associations avec des entreprises américaines. La société hollandaise Phillips est responsable de la majeure partie des progrès réalisés en matière d'enregistrement vidéo sur cassettes; cependant, il ne fait aucun doute que les Japonais vendront davantage de magnétoscopes à cassettes. Dans un certain nombre de pays d'Europe, l'industrie du matériel de télécommunications est relativement solide et protégée par de très nombreuses barrières commerciales, visibles ou non. Règle générale, les gouvernements nationaux collaborent de près avec les entreprises de leur pays, ce qui donnera probablement lieu à une relance d'un certain nombre de sociétés au cours des toutes prochaines années. Il est intéressant de souligner que la Suède compte plus de robots que le Japon, proportionnellement à la population active, et que des robots fabriqués par une petite entreprise de Norvège — Elkem — peignent des automobiles chez deux grands producteurs de Détroit. La société Airbus — propriété conjointe de sept pays européens — s'est révélée un concurrent de taille pour l'industrie aéronautique américaine. Il serait trop long d'entrer ici dans un examen détaillé de l'industrie européenne; on peut cependant souligner le fait que les problèmes liés au défi de l'informatique sont relativement semblables, en Europe et en Amérique. En Europe, il est fort probable que les gouvernements s'emploieront davantage à orienter l'adaptation des économies nationales aux conditions de cette nouvelle ère que ne le feront les autorités canadiennes et américaines.

En Europe, le pays qui a réussi à intégrer le mieux les techniques de pointe à ses plans de développement est la France, laquelle est à de nombreux égards le pendant occidental du Japon. Bien que la France ait été frappée durement, comme les autres nations, par divers problèmes chroniques et par la récession, l'aperçu à long terme pour le développement des techniques de pointe dans ce pays est très prometteur.

1.3 Le problème du Canada : les possibilités non exploitées

Le défi que doit relever le Canada consiste à passer à une économie de techniques de pointe en causant le moins de dérangement possible. Il est probable que la majorité des intéressés s'accordent pour dire que le Canada doit accroître sa productivité et, de façon générale, le rendement de ses industries et de ses activités commerciales, afin de demeurer concurrentiel sur les marchés internationaux. Comme le dit Peter Drucker, il importe plus de faire ce qui doit être fait que de faire les choses comme il faut. Cela signifie que nous devons apprécier nos points forts et nos faiblesses et élaborer des mesures qui tirent profit de nos avantages et corrigent nos faiblesses, dans la mesure du possible.

Le Canada occupe une position unique au monde qui pourrait lui permettre de devenir l'un des chefs de file dans l'ère de l'informatique. Nous possédons tout ce qu'il faut pour réussir, à condition que nous conjuguions nos énergies vers un but commun. Examinons nos avantages.

Le Canada est idéalement situé entre les océans Atlantique et Pacifique, avec des ports sur les deux côtes, ouverts à toutes les lignes maritimes. Notre frontière commune avec les États-Unis nous donne accès facilement au plus grand marché au monde. Le Canada est pourvu de grandes richesses naturelles : forêts, minéraux, ressources agricoles, océaniques, pétrolières, gazières et hydrauliques. A cet égard, contrairement à bon nombre de nos concurrents, nous disposons en plus d'un réseau de transport qui permet d'amener les ressources sur les marchés. La population du Canada est instruite et nous avons les institutions voulues pour améliorer encore la situation. Le Canada a une population non violente et est situé loin des « points chauds » de la planète. Au niveau international, il jouit d'une réputation enviable de « fair play » et ne compte pas d'ennemis. Enfin, notre population de souches très différentes est un atout potentiel très grand pour la création de liens commerciaux avec d'autres pays; en effet, on compte au Canada des spécialistes de pratiquement tous les domaines qui parlent la langue et comprennent la culture de nombreux pays étrangers. Voilà une ressource qui a été sérieusement négligée par le passé.

A l'avenir, la grande force industrielle du Canada résidera dans les ressources naturelles et la technique de pointe. Les techniques de l'information seront, pour leur part, employées dans tous les secteurs de la société : à la maison, dans les bureaux et au travail.

Il est probable que nos entreprises fondées sur les ressources conserveront leur place prépondérante, à titre de source principale de revenus d'exportations, mais elles devront faire face à une concurrence croissante de la part des pays en voie de développement. Le marché mondial de certaines matières brutes ou fabriquées demeurera faible pour quelques années, même si l'économie sort de la récession; cela s'explique principalement par le fait que les nouvelles méthodes de fabrication — en particulier l'utilisation réduite de l'acier dans les automobiles — ont mené à la conservation et à l'économie des matières premières. Les industries liées aux ressources n'utilisent pas une main-d'oeuvre importante; à l'avenir, elles devront s'automatiser encore davantage pour faire concurrence sur les marchés internationaux. La modernisation du réseau de transport et l'amélioration du rendement dans les industries du transport sont essentielles pour conserver à nos secteurs des ressources leur pouvoir de concurrence. Il faudrait s'employer davantage à transformer une proportion plus grande de matières premières en biens fabriqués de plus grande valeur ou en produits finis, avant de les exporter.

Lorsque l'on examine la technique de pointe dans l'industrie, il importe de bien faire la distinction entre les industries qui oeuvrent dans le secteur de la technique de pointe et les autres entreprises qui ne sont pas dans le domaine en tant que tel mais doivent néanmoins utiliser une bonne part de techniques de pointe pour réaliser un bon rendement. Certaines entreprises canadiennes qui sont actuellement menacées par la concurrence étrangère pourraient demeurer sur le marché grâce à une automatisation poussée et à la mise en oeuvre de techniques améliorées de commercialisation; elles pourraient aussi modifier leurs produits afin d'exploiter un secteur profitable du marché. Dans la plupart des cas, il n'est guère logique de subventionner des industries qui se dirigent vers la désuétude — c'est-à-dire qui n'ont aucune chance raisonnable de demeurer viables face à la concurrence étrangère; cependant, l'aide gouvernementale pour le recyclage des employés et parfois l'aide à court terme dans le but de permettre à ces entreprises de se réorienter peuvent être justifiées.

Il se peut que notre secteur de technique de pointe n'emploie jamais une part importante de la population active du Canada; il fournira au moins le noyau de ressources dont on aura besoin dans une économie de l'ère de l'informatique. Dans une telle économie, un grand nombre d'emplois non liés directement à la fabrication de produits de technique de pointe dépendent néanmoins de la capacité industrielle du pays dans ce domaine.

L'une des principales forces du Canada en matière de technique de pointe se trouve dans le domaine des télécommunications où le Canada est un chef de file mondial. Ses qualités se retrouvent surtout aux niveaux de la conception et de la fabrication de matériel de télécommunications de qualité et aussi du « transport »; cependant, ses capacités ne s'étendent pas au marché de la consommation des appareils électroniques, lequel est dominé par les États-Unis, le Japon et la Corée du Sud. On ne compte pas non plus d'industrie importante de composantes au Canada. Notre petit solde positif en matière de commerce de matériel de télécommunications est malheureusement écrasé par des déficits commerciaux énormes dans le domaine des machines de bureaux et de magasins, dont les ordinateurs, et un déficit dans le secteur des instruments électroniques. Le déficit commercial combiné pour les produits de consommation est évalué à 1 milliard de dollars, pour 1983; pour la même période, on évalue à environ 2,5 milliards de dollars le déficit pour les appareils électroniques de consommation. A moins que le Canada améliore sa balance commerciale dans les activités électroniques, le déficit de ce secteur atteindra bientôt 5 milliards de dollars par an. En 1982, les exportations de produits électroniques se sont chiffrées à 2763 millions de dollars alors que les importations ont atteint 5615 millions de dollars. La même année, la consommation de produits électroniques au Canada a atteint 7041 millions de dollars. Ces données sombres ne précisent pas que le Canada compte un certain nombre d'entreprises prometteuses qui oeuvrent dans divers secteurs offrant de grandes possibilités de croissance. Ainsi, AES et Micom occupent une place solide dans le domaine de l'informatisation des bureaux; un certain nombre de fabricants de matériel informatique se taillent une place dans des secteurs divers. On compte aussi un certain nombre d'entreprises compétentes et prometteuses dans le domaine du logiciel. Outre Bell Canada et Mitel, la majorité des grands exportateurs sont des filiales de compagnies américaines, IBM Canada menant la marche. Ces chiffres ne reflètent pas non plus les sommes considérables consacrées au Canada par Bell Northern Research en matière de R-D, ni les revenus touchés par les entreprises Bell Canada et leurs actionnaires canadiens, des filiales de la Northern Telecom aux États-Unis.

Cela dit, il faut bien se rendre compte du potentiel élevé et de la grande activité commerciale qui agite le secteur de la technique de pointe, et qu'il faudra voir à entretenir et à encourager. La réussite de sociétés

comme Northern Telecom, Mitel et Canadian Marconi, dans le secteur des télécommunications, CAE dans celui des simulateurs de vol et AES et Micom dans celui du traitement de textes est une preuve irréfutable de la capacité de succès des entreprises canadiennes dans le domaine de la technique de pointe.

Cependant, il faut faire plus que fabriquer des pièces de technique de pointe. En 1980, on a évalué à 18 milliards de dollars le déficit du Canada en articles entièrement manufacturés, ce qui correspond à 400 000 emplois non existants dans le domaine des industries secondaires. Même si le Canada a eu une balace commerciale positive cette année-là, il ne faut pas oublier que le secteur secondaire emploie proportionnellement beaucoup de gens, contrairement à celui des ressources.

Malheureusement, le potentiel considérable que l'on vient de passer en revue n'est que partiellement mis à profit; de plus, il semble que les entreprises canadiennes de technique de pointe réussissent davantage en matière d'invention qu'en innovation et en commercialisation. De nombreuses excellentes inventions canadiennes n'ont vu le jour qu'à l'étranger; le processus primordial de mise en pratique est très lent. Voilà qui soulève toute la question des barrières ou obstacles et de ce que l'on peut faire pour corriger la situation.

2. LES OBSTACLES : L'ÉCONOMIE D'OPPOSITION DU CANADA ET SES RÉPERCUSSIONS SUR LE DÉVELOPPEMENT DE LA TECHNIQUE DE POINTE

Dans le présent document, on pose comme hypothèse que les principaux obstacles au développement de la technique de pointe au Canada s'imposent d'eux-même et sont intrinsèques au système socio-économique canadien plutôt qu'extrinsèques. Par facteurs « intrinsèques », nous entendons ceux contrôlables par les Canadiens plutôt que ceux imposés par des organismes extérieurs. Ainsi, le fait que l'industrie appartient à des intérêts étrangers, depuis longtemps considéré comme l'élément restrictif externe par excellence du développement de la technique de pointe au Canada, constitue peut-être un problème quelque peu exagéré.

Le problème des intérêts étrangers

Dans un certain nombre de rapports, le Conseil des sciences traite des problèmes découlant de la proportion extrêmement élevée d'industries canadiennes appartenant à des étrangers (environ 60 p. 100). Il s'agit là d'une question très difficile. Ce n'est pas tant le principe de l'acceptation de sociétés appartenant à des intérêts étrangers au Canada que la prépondérance de telles entreprises dans l'industrie canadienne qui pose problème. Dans un article paru dans *Canadian Business* en juillet 1979, Mel Hurtig signale que le nombre d'industries appartenant à des intérêts étrangers au Canada dépasse de beaucoup le nombre de telles industries dans les pays d'Europe. Par ailleurs, il fonde une bonne partie de ses arguments relatifs à la prise de mesures visant à réduire le nombre de sociétés canadiennes appartenant à des étrangers sur une étude de M. Thomas Powrie portant sur les apports du capital étranger dans la croissance économique du Canada, apports qui ont été négligeables entre 1950 et 1976.

La plupart des filiales de sociétés étrangères établies au Canada par les années passées servaient à franchir les barrières tarifaires canadiennes. Habituellement, ces usines avaient une faible autonomie par rapport à la société mère, ne faisaient que peu ou pas de R-D au Canada et n'étaient pas autorisées à exporter en concurrence avec la société mère. Parce que la production était faible, les coûts étaient souvent élevés. Le rendement économique réel de plusieurs de ces entreprises était difficile à évaluer parce que les sociétés mères pouvaient, plus ou moins arbitrairement, décider de la portion des frais généraux et des coûts de R-D recouvrables auprès des filiales canadiennes.

Certaines filiales étrangères sont avantageuses pour l'économie canadienne du fait qu'elles possèdent des techniques et des compétences que les sociétés canadiennes ne possèdent pas. Par exemple, IBM (Canada) contribue vraiment à l'industrie canadienne de technique de pointe et a pour mandat de mettre au point et d'exporter, à l'échelon mondial, certains types d'équipements. Le gouvernement fédéral a réussi, dans une certain mesure, à persuader quelques filiales canadiennes de produire certains biens. Normalement, cela signifie que la R-D, la production et la commercialisation relatives aux produits en question sont confiées à la filiale canadienne. Plusieurs filiales canadiennes de l'industrie aérospatiale, par exemple Garrett Mfg. Ltd., possèdent un mandat de production mondiale.

En vertu de la Loi sur l'examen de l'investissement étranger, on a créé un organisme chargé d'examiner les demandes de sociétés étrangères désireuses d'établir des filiales au Canada ou d'acheter des sociétés canadiennes. Les requérants devaient satisfaire à certains critères, par exemple promettre d'effectuer de la R-D au Canada, exporter une partie de leurs produits et être de

bons citoyens, pour obtenir l'approbation demandée. Aucune de ces exigences n'est exagérée, notamment compte tenu du très grand nombre de sociétés canadiennes appartenant à des intérêts étrangers, et la plupart des demandes sont approuvées. La plupart des pays étrangers, y compris les États-Unis, mettent beaucoup plus d'obstacles que le Canada aux prises de contrôle par des étrangers; toutefois, d'après les hauts cris jetés contre la Loi sur l'examen de l'investissement étranger par les États-Unis et certains autres pays, auxquels a fait écho le monde financier canadien, on pourrait être amené à croire que le Canada a aboli du même coup la libre entreprise. Bien entendu, une bonne partie des protestations sont formulées à des fins de négociations.

Suite aux négociations relatives à l'Accord général sur les tarifs et le commerce tenues à Tokyo, d'importantes réductions tarifaires ont été imposées. Ainsi, environ 90 p. 100 du commerce entre les États-Unis et le Canada comporte des tarifs douaniers de moins de 5 p. 100 et pour beaucoup, ceux-ci sont nuls. A cause de cette importante diminution des barrières tarifaires, il arrive souvent qu'une société américaine constate qu'il lui est plus avantageux d'approvisionner le marché canadien à partir de ses usines situées aux États-Unis et, par conséquent, peut décider de fermer ses filiales canadiennes. Bien entendu, l'inverse est vrai, et il est devenu plus facile pour les sociétés canadiennes de vendre sur les marchés américains à partir du Canada. Toutefois, dans de nombreux cas, les mesures protectionnistes prises par le Congrès américain posent des difficultés aux exportations canadiennes aux États-Unis.

Au Canada, le problème de la présence étrangère est dichotomique. Le gouvernement fédéral, par le biais de sa politique énergétique nationale, de la Loi sur l'examen de l'investissement étranger et de diverses entreprises telles que la création de la société canadienne de développement, a tenté d'augmenter le nombre d'industries appartenant à des Canadiens et contrôlées par eux. Le gouvernement de l'Ontario a également pris des mesures pour empêcher les prises de contrôle par des étrangers. Cependant, la plupart des gouvernements provinciaux encouragent activement les investissements étrangers pour la création d'emplois et s'inquiètent peu des répercussions à long terme. Comme prévu, les politiques nationalistes obtiennent un faible appui de la part du monde des finances. La plupart des gens sont d'avis qu'un trop grand nombre d'industries canadiennes appartiennent à des étrangers, mais la majorité semble penser que la situation est immuable.

Parmi les conséquences les plus graves de cet état de fait, mentionnons la fuite perpétuelle des crédits de la balance générale des paiements du Canada sous forme de frais de gestion et de dividendes versés aux sociétés mères à l'étranger, la perte d'une bonne partie de la souveraineté technologique canadienne et la difficulté d'élever le niveau de la R-D (actuellement environ 1,4 p. 100 du PNB), compte tenu des relations de dépendance entre la société mère et ses filiales.

Finalement, bien que la présence d'intérêts étrangers puisse, dans certains cas, retarder le développement naturel des sociétés, elle ne semble pas constituer un facteur décisif. Beaucoup d'autres pays prospèrent malgré la présence d'intérêts étrangers (par exemple les États-Unis au XIXe siècle) et d'autres échouent misérablement malgré que leur industrie appartienne entièrement à des intérêts nationaux. Par conséquent, nous devons examiner des obstacles plus subtils. Ils sont le résultat des six grands systèmes concurrentiels qui caractérisent l'économie canadienne.

La figure 1 illustre les cinq acteurs principaux sur la scène économique, soit :

— le gouvernement fédéral;
— le monde des affaires;
— la main-d'oeuvre;
— les gouvernements provinciaux; et
— les universités (y compris les laboratoires de recherche indépendants).

Chacun a des relations avec les autres qui vont de la coopération modérée à la concurrence féroce. Cette dernière est, de loin, la plus intense et est maintenant la règle plutôt que l'exception. Chacune des relations de nature concurrentielle crée des obstacles au développement non seulement de la technique de pointe, mais aussi au niveau de l'esprit d'entreprise. Nous allons brièvement passer en revue ces obstacles et leurs conséquences.

2.1 Le système concurrentiel secteur public-secteur privé

Ce système existe dans la mesure où il n'y a pas d'association entre les secteurs privé et public. Le secteur public tend à aliéner le secteur privé en donnant l'impression qu'il est inefficace, qu'il dépense trop et surtaxe. Ses relations avec le secteur privé sont souvent perçues comme paternalistes et même punitives; elles prennent le plus souvent la forme de règlements restrictifs. En même temps, le secteur privé affirme pouvoir effectuer le travail seul et s'alarme lorsque la concur-

Fig. 1 *LES PRINCIPAUX SYSTÈMES CONCURRENTIELS CARACTÉRISANT L'ÉCONOMIE CANADIENNE*

ATTITUDES DES PRINCIPAUX ACTEURS ÉCONOMIQUES	— PRINCIPAUX ACTEURS ÉCONOMIQUES —				
	Gouvernement fédéral	Gouvernements provinciaux	Monde des affaires	Main-d'œuvre	Universités
Gouvernement fédéral	!	XXX	XX	X	!
Gouvernements provinciaux	XXX	XX	X	X	!!
Monde des affaires	XXX	X	XX	XXX	!
Main-d'œuvre	XX	XX	XXX	!!	!
Universités	!	!!	!	!	!

X Système concurrentiel modéré
XX Système concurrentiel fort
XXX Système concurrentiel très fort

! Système coopératif modéré
!! Système coopératif fort
!!! Système coopératif très fort

rence étrangère devient trop dangereuse. Alors là, le secteur privé demande l'aide du gouvernement, sous forme de tarifs protecteurs ou de subventions. L'insensibilité mutuelle à la possibilité d'une association est la cause d'au moins quatre obstacles à la croissance de la technique de pointe.

1) Des impôts «punitifs»

Le malheureux budget fédéral de 1982 et les budgets du gouvernement du Québec de ces dernières années ont donné l'impression que les gouvernements cherchaient à punir le monde des affaires. Aujourd'hui encore, le succès est lourdement taxé tandis que l'échec est subventionné. De plus, le système fiscal encourage la petitesse. Les petites sociétés jouissent d'allègements fiscaux beaucoup plus importants que les grosses sociétés. Lorsqu'une entreprise connaît du succès et prend de l'ampleur, elle fait progressivement face à la «punition», c'est-à-dire à des impôts plus lourds.

Cet énoncé est également vrai pour les particuliers. L'imposition progressive du revenu des particuliers et le zèle dont les autorités responsables font montre pour éliminer les abris fiscaux constituent des mesures décourageantes. En présence d'entrepreneurs heureux en affaires, on a même comparé un fonctionnaire quelque peu vindicatif à des gisements fiscaux non exploités. De toute évidence, une telle attitude n'encourage pas la réussite.

2) Des mesures décourageantes associées à des règlements inefficaces

Certains règlements sont inévitables, notamment pour les industries où il existe soit un monopole naturel, soit une forte concentration de pouvoir économique. Toutefois, le système réglementaire actuel du Canada est très inefficace. Les principales causes de cette inefficacité sont : (a) le nombre excessif de règlements en désaccord suivant lesquels une industrie est réglemen-

Fig. 2 *LES PRINCIPAUX OBSTACLES AU DÉVELOPPEMENT DE LA TECHNIQUE DE POINTE ET LEURS RÉPERCUSSIONS*

OBSTACLE PRINCIPAL	RÉPERCUSSIONS DIRECTES ET INDIRECTES
Système concurrentiel public/privé	1) Impôts «punitifs» 2) Mesures décourageantes associées à des règlements inefficaces 3) Absence de prévisions à long terme 4) Manque de mesures concertées conduisant à l'incapacité de réorganiser
Système concurrentiel fédéral/provincial	5) Impôts et subventions en surnombre 6) Règlements en surnombre souvent contradictoires 7) Politiques fédérales et provinciales de développement en désaccord
Système concurrentiel provincial/provincial	8) Barrières commerciales non tarifaires entre provinciaux 9) Politiques d'approvisionnement des gouvernements provinciaux
Système concurrentiel privé/privé (affaires par rapport à affaires)	10) Petite échelle, absence d'économie d'échelle, absence d'intégration horizontale 11) Absence d'intégration verticale et d'économie de portée 12) Produits et normes incompatibles 13) Système financier adverse 14) Planification à court terme
Employeurs/employés	15) Vues à court terme 16) Peur du chômage 17) Résistance face à l'innovation
Université/société	18) Manque d'à-propos de certaines recherches universitaires; les universités snobbent la société 19) Inutilisation des recherches universitaires pertinentes par l'industrie 20) Politiques de recherches universitaires inefficaces

tée, souvent en désaccord, par trois paliers de gouvernement et (b) les *effets secondaires non intentionnels des règlements*. Cette dernière catégorie comprend les problèmes posés par les règlements au niveau de l'inefficacité des marchés et leurs conséquences négatives.

La solution de remplacement aux règlements inefficaces n'est pas l'élimination totale des règlements, solution qui a eu des effets désastreux pour certaines industries américaines. C'est plutôt l'adoption de règlements sensés et harmonieux assez énergiques pour assurer le respect de l'intérêt public et comportant des restrictions pour continuer à encourager les entrepreneurs. L'élaboration et l'application de tels règlements nécessitent l'action concertée des responsables à l'échelon fédéral et provincial et la collaboration active du secteur privé. Autrement dit, il faut mettre un terme aux relations concurrentielles.

3) L'absence de prévisions à long terme

L'un des points forts de l'économie japonaise et française dans le domaine de la technique de pointe, ce sont les prévisions à long terme souvent faites par des organismes de recherche para-publics et mises à la disposition du secteur privé. Après tout, il s'agit là de l'une des caractéristiques de la planification « indicatrice » effectuée en France dans le cadre de laquelle on détermine les orientations futures et l'on invite et encourage les sociétés privées à les suivre. Il n'y a pas de contrainte, seulement de l'information sur l'avenir probable et possible et l'établissement des priorités nationales. Le programme japonais pour une société de l'information et le rapport Nora-Minc, paru en France en 1978, qui traitent tous deux de l'avenir de la micro-électronique servent, dans ces deux pays, de feuille de route pour l'avenir.

Hors nous n'avons rien de similaire au Canada. Bien que des organismes comme le Conseil des sciences, le Conseil national de recherches et leurs divers homologues provinciaux effectuent des recherches utiles, les sujets choisis sont souvent ponctuels et incomplets. Il n'existe pas de vue d'ensemble à l'échelon national. Les vues d'ensemble existantes s'intéressent essentiellement aux aspects économiques et leur orientation est à court terme.

L'absence de mesures conjointes de prévision à long terme au Canada prive le secteur privé d'information dont il aurait besoin pour faire face avec succès à la concurrence canadienne et étrangère.

4) Le manque de mesures concertées conduisant à l'incapacité de réorganiser l'industrie

La réorganisation de l'industrie - l'orientation organisée des ressources depuis les industries en baisse vers les industries en hausse et la mise au point de nouveau procédés visant à accroître la productivité structurale, voilà les règles du jeu de l'économie mondiale. Étant donné que la réorganisation fait des gagnants et des perdants, elle doit s'accompagner de mécanismes de partage des profits et de formules de redistribution de façon que l'économie d'information profite à tous. Seule une démarche concertée du secteur public et du secteur privé permettra la conception et la mise en oeuvre de la réorganisation. Dans un système concurrentiel, les perdants ont trop à perdre dans la réorganisation et, par conséquent, ils l'empêcheront indéfiniment.

2.2 Le système concurrentiel fédéral-provincial

En plus des antagonismes entre le secteur public et privé, il existe un système concurrentiel encore plus marqué dans le secteur public. Au Canada, ce dernier se compose d'onze gouvernements quasi souverains dont les aires de compétence se chevauchent et qui se livrent à une concurrence féroce. Notamment, les antagonismes fédéraux- provinciaux sont très visibles et font régulièrement les manchettes, tout particulièrement à l'occasion des conférences fédérales-provinciales.

Le système concurrentiel fédéral-provincial est à l'origine d'au moins trois obstacles à l'esprit d'entreprise.

5) Des impôts et subventions en surnombre

Le labyrinthe des modes fédéraux, provinciaux et municipaux d'imposition et de versement de subventions a des effets décourageants très importants. L'imposition est double, sinon triple, dans certains cas et souvent les subventions fédérales et provinciales s'annulent du fait que chaque palier de gouvernement cherche à surpasser l'autre.

6) Des règlements en surnombre souvent contradictoires

Le fouillis de règlements, notamment dans les domaines comme celui des télécommunications, est cause de distortions extrêmes et d'inefficacité étant donné que, souvent, un règlement en contredit un autre. Ce fait est clairement démontré dans un document public produit en 1983 par CNCP Télécommunications portant sur la crise dans l'industrie canadienne des télécommunications. Encore une fois, le système concurrentiel fait obstacle à l'initiative.

7) Des politiques fédérales et provinciales de développement en désaccord

Non seulement la réglementation et l'imposition ne se font pas de façon concertée, mais il en est de même pour l'établissement des objectifs. On pourrait citer des dizaines d'exemples où l'absence de concertation entre les niveaux fédéraux et provinciaux a effectivement tué un projet viable. Mentionnons à ce titre l'aéroport de Mirabel qui a été victime d'objectifs de planification contradictoires, quelques méga-projets dans le domaine de l'énergie, le projet Archipel (Montréal), etc. Règle générale, il faut bien reconnaître que chaque province ne

peut posséder une « vallée du silicium », un centre de biotechnologie et une industrie aéronautique. La spécialisation des fonctions à l'échelon provincial est nécessaire à l'efficacité. Toutefois, la spécialisation n'est possible que lorsque les onze gouvernements souscrivent aux mêmes priorités en matière de développement national, ce qu'ils ne font pas actuellement.

2.3 Le système concurrentiel entre les provinces

La rivalité intense entre les provinces s'ajoute à l'antagonisme fédéral-provincial et est responsable de deux obstacles:

8) Les barrières commerciales non tarifaires entre les provinces

Il est bien connu que le Canada n'est pas un véritable marché commun étant donné que de multiples barrières commerciales non tarifaires empêchent les échanges entre les provinces. Ces barrières découlent des systèmes fiscaux différents, des taxes de vente, des lois sur les langues et même des règlements sur l'immigration. Ainsi, nous tendons à segmenter un marché déjà très petit et nous éliminons la possibilité d'une économie d'échelle. En outre, nous adoptons des mesures qui découragent les investissements étrangers. On est moins intéressé, à l'étranger, à investir au Canada lorsque les marchés sont si petits.

9) Les politiques d'approvisionnement des gouvernements provinciaux

Les gouvernements provinciaux ont comme politique de s'approvisionner dans la province et, dans certains cas, les sociétés situées dans d'autres provinces sont placées sur le même pied que les sociétés étrangères. Cette politique n'encourage pas la création de grandes sociétés pan- canadiennes concurrentielles à l'échelon mondial. Au lieu de cela, les fiefs locaux restreignent le potentiel d'expansion des entreprises de technique de pointe pour lesquelles, très souvent, le coup d'envoi initial est placé par les gouvernements.

2.4 Le système concurrentiel privé par rapport à privé

La concurrence est la principale caractéristique de l'économie de marché; par conséquent, il est bon que les sociétés se fassent concurrence. Toutefois, suivant l'évolution de l'économie mondiale, un point préoccupant est à signaler: souvent, il y a des compromis entre le potentiel de concurrence interne et externe. Au Canada, en *augmentant au maximum la concurrence interne nous réduisons au minimum le potentiel de concurrence externe*. Cette situation s'illustre clairement dans les cinq obstacles suivants à la croissance de l'industrie de la technique de pointe.

10) La petite échelle des sociétés signifie l'absence d'économie d'échelle

Les lois du Canada concernant la concurrence, ses mesures législatives contre les coalitions et ses politiques fiscales encourageant les petites entreprises et décourageant les grosses sociétés. « Small is beautiful » et la petitesse peut être désirable en soi, mais les petits ne sont pas nécessairement en mesure de faire face aux géants de ce monde. L'absence d'une économie d'échelle, possible grâce à une intégration horizontale, signifie que nous nous attendons à ce que nos petites entreprises affrontent les sociétés japonaises, les multinationales américaines et les conglomérats de la C.E.E. Il ne faut donc pas nous surprendre de notre échec. L'ampleur ne constitue pas un avantage immédiat et, en réalité, l'ampleur excessive peut entraver la productivité. Cependant, ce sont probablement les sociétés de taille moyenne, et non les petites, qui ont un potentiel concurrentiel optimal.

11) L'absence d'intégration verticale et d'économie de portée

L'économie d'échelle est associée à la taille tandis que l'économie de portée est associée aux processus complémentaires de production. Dans ce cas, l'intégration verticale est très utile. Le potentiel de concurrence souffre de son absence.

12) Les produits et les normes incompatibles

Habituellement, les nouvelles industries sont dirigées par quelques pionniers. Lorsqu'il n'existe entre eux aucune entente relative aux produits et aux normes, il en résulte beaucoup de confusion et une grande inefficacité. Au Canada, il est difficile de rendre compatibles les produits et les normes entre les sociétés et même, quelquefois, au sein d'une même société; la production de certains biens est donc arrêtée et les premiers clients se trouvent pris avec du matériel inutile. Citons comme exemple AES-Data : il est extrêmement difficile pour les personnes qui possèdent l'appareil de traitement de texte AES-90 de se procurer les disquettes appropriées. En outre, cet appareil est presque complètement incompatible à tous les autres.

Il est difficile, dans un tel cas, d'obtenir la confiance des acheteurs éventuels de produits canadiens de technique de pointe étant donné que ceux-ci pourraient fort bien se trouver pris avec un Edsel, un perdant dont la production a cessé et pour lequel il n'existe pas de logiciel compatible.

13) Un système financier adverse

La plupart des activités de développement dans le domaine de la technique de pointe se font avec des capitaux de risque obtenus auprès d'investisseurs ou de banques. L'investisseur qui prend des risques a tendance à investir à l'étranger. Quant aux banques, la combinaison des taux d'intérêt élevés, des politiques très traditionnelles et d'une attitude adverse conduit à un financement inefficace. Cette attitude découle du désir du prêteur d'obtenir sa « livre de chair » et d'appliquer avec rigueur des procédures de remboursement lorsque l'entreprise concernée chancèle. Par contre, les banques japonaises tendent à se considérer comme des associés dans l'entreprise qu'elles financent et établissent des calendriers de remboursement très faciles à respecter. Ainsi, il est moins dangereux de prendre des risques et cette attitude encourage l'innovation.

14) La planification à court terme

Dernier point mais non le moindre, jetons un coup d'œil sur la planification à court terme dans les entreprises canadiennes et américaines. On dit que les dirigeants nord-américains aiment envisager l'avenir, mais que cet avenir ne dépasse pas trois mois... L'obsession des profits trimestriels a pour effet l'établissement de calendriers de remboursement à très court terme. Si une entreprise ne réussit pas après deux ou trois ans, elle est perdue.

Par contre, les banques japonaises acceptent des déficits à court et à moyen terme afin d'encourager la rentabilité à long terme. Les résultats se passent de commentaire. Les entreprises déficitaires deviennent très profitables et les Japonais prennent les devants pas à pas, une industrie à la fois.

2.5 Le système concurrentiel employeurs-employés

Le Canada possède l'un des trois principaux systèmes concurrentiels opposant les employeurs et les employés et ne cède la place qu'à la Grande-Bretagne et à l'Italie pour ce qui est des jours de travail perdus à cause des grèves. Ces relations concurrentielles intenses se manifestent sous la forme de trois obstacles :

15) Des vues à court terme d'où impossibilité d'une concertation à long terme entre les employeurs et les employés

A l'obsession des gens d'affaires quant aux profits trimestriels, on peut opposer la tendance des organisations de travailleurs à ne pas regarder plus loin que la prochaine convention collective. Ainsi, les problèmes structuraux et la réorganisation conjointe, du type de celle créée par la concertation tripartite autrichienne, sont oubliés.

16) La peur du chômage

La peur réelle et légitime du chômage dû à l'automation amène les syndicats canadiens à s'opposer à l'innovation. Par contre, les pratiques d'emploi permanent adoptées au Japon et mises en oeuvre en Amérique du Nord par le géant IBM créent un climat favorable où la participation des travailleurs à la promotion de la technique de pointe devient possible.

17) La technophobie et la résistance à l'innovation

En plus de la crainte du chômage, il y a la peur que la machine inspire à l'homme, c'est la *technophobie*. Celle-ci a pour effet de ralentir la diffusion de l'innovation.

2.6 La marginalisation mutuelle entre l'université et la société

Finalement, examinons la marginalisation mutuelle, au Canada, entre l'université et la société. L'université s'isole dans sa tour d'ivoire et se contente souvent, pour utiliser l'expression de Marshall McLuhan, d'être le « rétroviseur ». La recherche universitaire dans de nombreux secteurs des sciences sociales s'effectue davantage en vue du maintien d'une chaire plutôt qu'en termes de pertinence. Pour maintenir son poste, le professeur doit publier dans des revues scientifiques, qui n'ont pas un large auditoire et où les normes scientifiques « incestueuses » exigent des auteurs éventuels de démontrer qu'ils savent qui a dit quoi, quand et où (l'histoire de la pensée). La pertinence n'est ni recherchée ni particulièrement récompensée; l'article typique se termine par la reformulation de la question ou en concluant que « d'autres recherches sont nécessaires ».

Dans les sciences physiques, la pertinence est, bien entendu, intrinsèque et vérifiable, mais la coopération avec le secteur privé ou le gouvernement est souvent désapprouvée et jugée indigne d'un savant.

De même, la société ne tient pratiquement aucun compte de l'université. Les fonctionnaires et les dirigeants d'entreprises orientés vers les politiques considèrent souvent les recherches universitaires comme des travaux d'intellectuels et ne se rendent pas compte qu'un universitaire hautement compétent pourrait, dans des conditions appropriées, réorganiser ses capacités intellectuelles dans le sens de la recherche en fonction des politiques.

Le système concurrentiel qui en résulte est la cause des trois obstacles suivants au développement de la technique de pointe :

18) *Manque d'à-propos d'une grande partie des recherches universitaires aidées et encouragées par des critères de promotion peu judicieux au niveau des chaires*

19) *Inutilisation par la société des spécialistes universitaires hautement qualifiés dans le domaine de la technique de pointe*

20) *Politiques inefficaces de financement de la recherche universitaire*

Le système des subventions de la recherche universitaire, du fait qu'il est administré par des comités d'examen des universitaires par leurs pairs, semble être lié aux mesures prises par les titulaires pour garder leur chaire. Les subventions tendent à être accordées aux mêmes personnes et l'effet cumulatif tend à renforcer la nature « incestueuse », sur le plan intellectuel, du système de récompense au niveau universitaire. De plus, la division des comités d'évaluation des projets en catégories disciplinaires traditionnelles rend la recherche interdisciplinaire ou innovatrice très difficile à financer. Par conséquent, il arrive souvent que d'excellentes idées ne puissent se réaliser faute de crédits.

3. CONCLUSION : RECOMMANDATIONS

Dans le présent document, nous avons tenté de déterminer les principaux obstacles au développement des sociétés canadiennes de technique de pointe, la plupart émanant de notre économie d'opposition et des systèmes concurrentiels multiples.

Le document ne fait qu'allusion aux possibilités de changement qui sont exposées plus en détail dans d'autres documents GAMMA. En résumé, celles-ci portent sur les points suivants :

3.1 L'économie de concertation

La concertation n'est pas un consensus ou l'unanimité des opinions sur tous les sujets. On pourrait la comparer à un orchestre: chaque instrument joue sa propre musique en harmonie avec les autres pour créer un concert. Pour tout concert, il faut un maestro. De même, l'économie de concertation a besoin de mécanismes de concertation. Certains peuvent être officiels et énoncés dans des actes authentiques. Cependant, les plus efficaces sont vraisemblablement informels et découlent de la volonté de coopération.

3.2 Le potentiel à long terme de la technique de pointe

La micro-électronique et la biotechnologie, les deux techniques dominantes des deux dernières décennies du XX^{e} siècle, doivent faire l'objet d'une surveillance, de prévisions et d'évaluations attentives. Ces fonctions devraient être assumées par un organisme national canadien qui produirait la banque de données dont les sociétés canadiennes de technique de pointe se serviraient pour établir leurs avantages comparatifs et planifier leur avenir en conséquence.

3.3 Une stratégie nationale de développement

A moins d'un consensus à l'égard des objectifs nationaux de développement, chaque acteur continuera de jouer en désaccord avec les autres. Une fois les objectifs nationaux acceptés, les mécanismes de concertation devront servir à la mise en oeuvre de la stratégie de développement appropriée. Grâce à un bon plan et au travail d'équipe, il sera possible de profiter à plein des fantastiques possibilités que nous offre notre époque.

Kimon Valaskakis
l'Institut GAMMA

L'OPINION PUBLIQUE ET LA TECHNOLOGIE: LES CANADIENS S'ADAPTENT AUX CHANGEMENTS

Introduction

Dans ce document, on analyse les tendances de l'opinion publique face aux changements technologiques. Les données y figurant proviennent du document intitulé *Decima Quarterly Report*, et ont été recueillies entre l'hiver 1980 et l'été 1983. Le *Quarterly* est une étude de suivi menée conjointement par Public Affairs International, la plus importante firme canadienne d'experts-conseils en affaires publiques, et par Decima Research Ltd., une des plus grandes firmes canadiennes de recherches sur les attitudes du public.

Conformément aux thèmes qui feront l'objet de discussions à la conférence Le Canada demain, ce document tente de répondre à des questions comme les suivantes:

- — croit-on que la technologie a des effets positifs ou négatifs sur l'économie?
- — croit-on que la technologie a une incidence positive ou négative sur le travailleur moyen?
- — quels sont les sentiments des Canadiens à l'égard du changement - l'acceptent-ils ou le rejettent- ils?
- — comment le public perçoit-il le Canada et les entreprises canadiennes dans le domaine de la technologie?
- — quels sont les rôles des gouvernements dans l'adaptation au changement?

Après avoir pris connaissance des tendances évidentes de l'opinion publique, les lecteurs auront une bonne idée de la capacité d'adaptation des Canadiens et du genre d'événements qui rendent le changement plus ou moins traumatisant pour le public.

La technologie au travail

Le lieu de travail étant l'endroit où la majorité des personnes sont exposées à l'automatisation et aux changements technologiques, ce document s'attardera tout d'abord à l'incidence perçue de la technologie sur l'économie, la population active et la personne.

a) La technologie et l'économie

Depuis que l'équipe du *Quarterly* a commencé à évaluer la perception qu'ont les Canadiens des avantages de la technologie pour l'économie, une tendance cohérente s'est manifestée. Au cours de l'hiver 1980, on a découvert que seulement 41 p. 100 des Canadiens estimaient l'automatisation profitable à l'économie; au printemps 1982, ce pourcentage avait augmenté à 49 p. 100. Et cette tendance se poursuit. D'après les données recueillies à l'été 1983, 54 p. 100 du public étaient d'avis que l'automatisation permettrait de renforcer l'économie (tableau I); 40 p. 100 n'étaient toujours pas d'accord.

Au fur et à mesure que les avantages économiques de l'automatisation gagnent en acceptation, le public adopte progressivement une attitude de plus en plus positive face aux autres avantages généraux. Il y a deux ans et demi, 41 p. 100 de la population croyaient que l'automatisation ferait baisser les prix des biens de consommation; la plupart (51 p. 100) ne le croyait pas. Aujourd'hui, 52 p. 100 croient à cette possibilité et seulement 44 p. 100 n'y croient pas.

Le public croit aussi de plus en plus que l'évolution technologique permettra d'améliorer la qualité des produits. En décembre 1980, 47 p. 100 des répondants étaient d'avis que l'automatisation permettrait d'améliorer la qualité; depuis, ce pourcentage a atteint 60 p. 100.

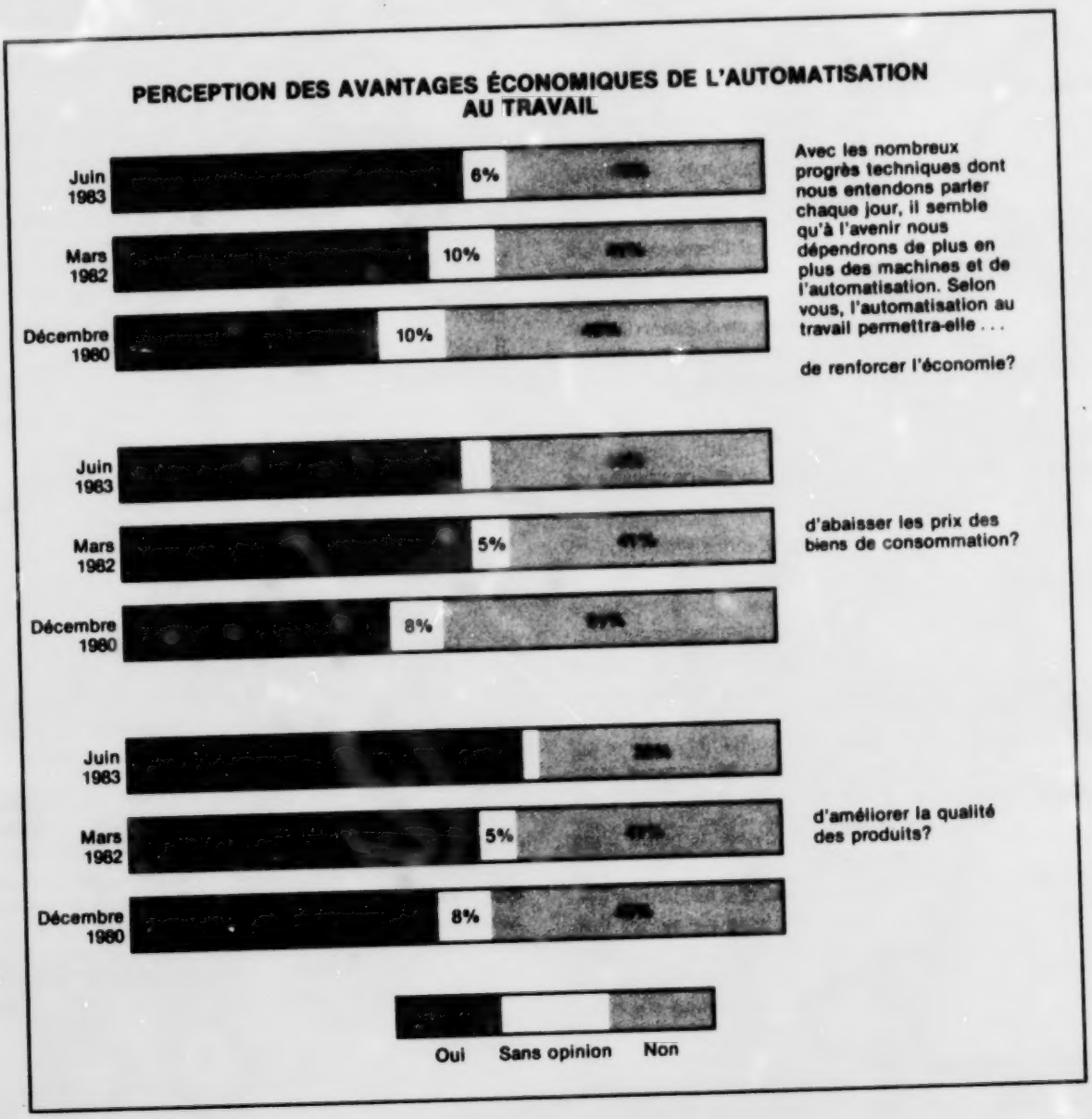
Ce sont le niveau du revenu et le degré de scolarisation qui influent le plus sur la perception des avantages économiques généraux de la technologie, les Canadiens les moins payés et les moins scolarisés demeurant les plus sceptiques.

De plus, il semble y avoir une différence entre les deux sexes, les hommes étant beaucoup plus convaincus que les femmes des avantages de l'automatisation. Une particularité, l'âge, dont on se sert souvent pour prédire la réceptivité du public à la technologie influe très peu sur les réponses décrites dans le tableau I. Il semble que l'âge soit un facteur relativement peu important pour déterminer la perception des avantages économiques de la technologie au travail.

b) Les répercussions sur l'emploi

Le public, tout en étant davantage enclin à reconnaître les avantages économiques généraux de l'automatisation, continue pourtant à s'inquiéter de plus en

TABLEAU 1



plus des répercussions de la technologie sur la population active et sur l'emploi.

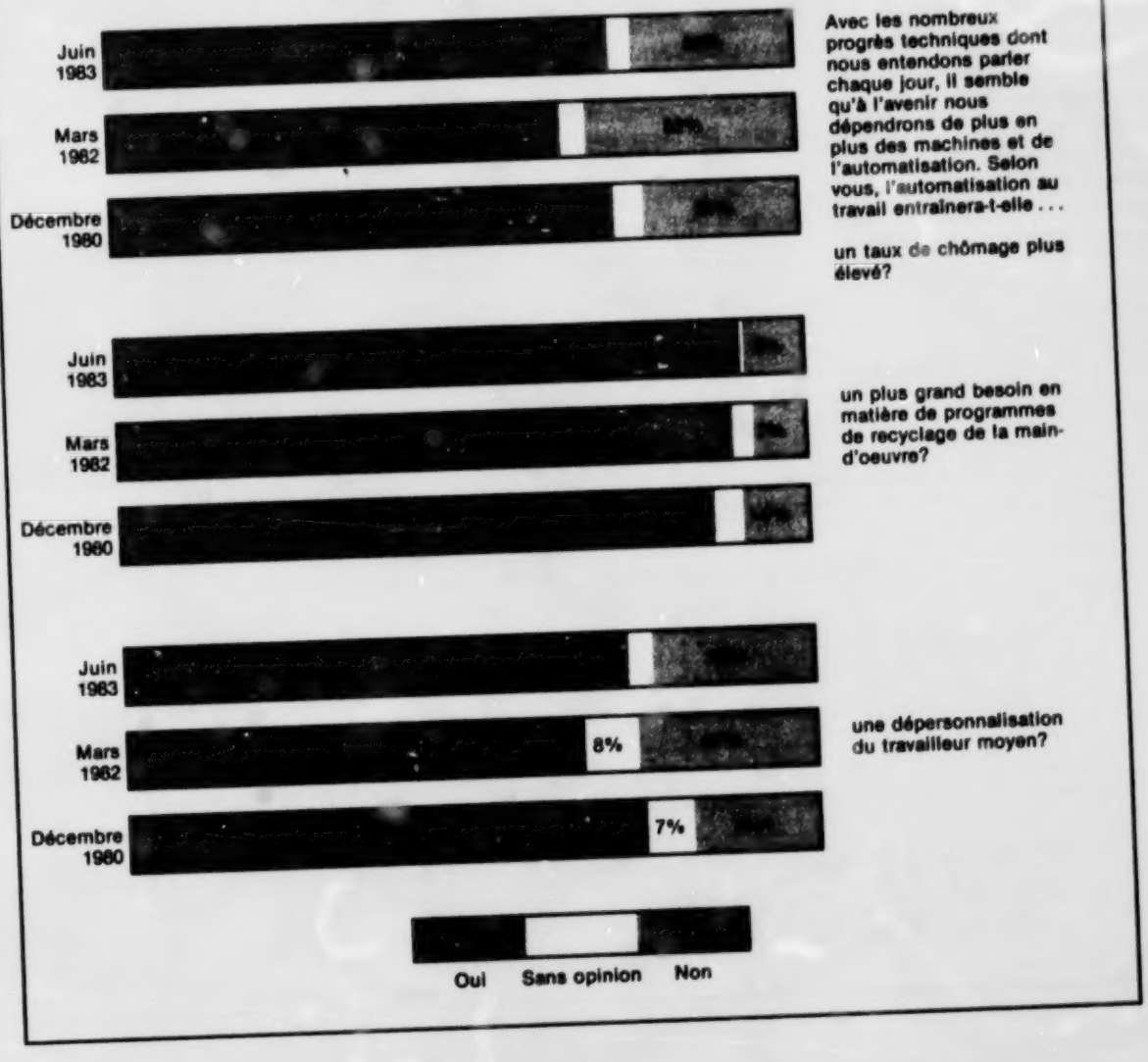
Depuis décembre 1980, les idées du public à l'égard des effets de l'automatisation sur le chômage et la dépersonnalisation du travailleur moyen ont très peu changé. Tel qu'indiqué dans le tableau 2 pour la majorité des personnes interviewées en décembre 1980, l'automatisation ferait augmenter le taux de chômage (72 p. 100) et entraînerait la dépersonnalisation du travailleur moyen (74 p. 100).

Aujourd'hui, la perception du public est en grande partie la même. Cela est vrai même si pendant l'année qui vient de s'écouler, soit 1982, on était moins inquiet à l'égard de ces questions. Les attitudes sont maintenant redevenues négatives.

Les données prouvent que le public adopte une attitude plus discriminatoire envers la technologie. Bien que la plupart des personnes voient les avantages de la nouvelle technologie pour l'ensemble du pays, elles sont toujours très préoccupées par l'incidence de

TABLEAU 2

PERCEPTION DES RÉPERCUSSIONS DE L'AUTOMATISATION AU TRAVAIL SUR LA POPULATION ACTIVE



l'automatisation au travail. Le public s'inquiète davantage des questions générales touchant à l'emploi: chômage, formation, sécurité, relations syndicat-patronat et cela contribue certainement à faire durer le climat d'inquiétude régnant autour des conséquences de la technologie de pointe au travail.

Le public demeure inquiet au sujet des conséquences de l'automatisation sur l'emploi et il croit fermement qu'il faut augmenter les programmes de recyclage de la main-d'oeuvre. D'après les données, de plus en plus de personnes croient à cette nécessité. En fait, dans toute la recherche de l'équipe *Quarterly*, la formation s'est révélée un des points les plus importants pour le public canadien. Plus des deux tiers des Canadiens pensent qu'une telle formation leur serait personnellement profitable. Les questions relatives à la technologie et à l'automatisation renforcent davantage cette attitude: il y a deux ans, 87 p. 100 des Canadiens pensaient qu'en raison de l'évolution technologique, il faudrait davantage de programmes de formation de la main-d'oeuvre, et aujourd'hui 91 p. 100 sont de cet avis. De façon évidente, le public est non seulement au travail, mais il estime aussi qu'il faut mettre en place des politiques et des programmes qui permettront aux gens de s'adapter à ce changement.

Le niveau du revenu et le degré de scolarisation sont encore une fois les facteurs qui influent le plus sur la perception du public. Fait intéressant, par contre, même si les moins scolarisés et les bas salariés sont les *plus* enclins à prévoir le taux de chômage élevé et la dépersonnalisation, ils sont aussi parmi les *moins* disposés à percevoir la nécessité de programmes de recyclage de la main-d'oeuvre.

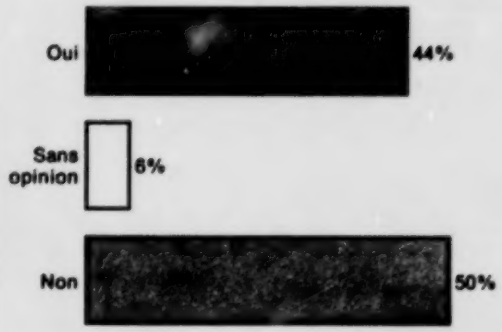
En plus de la scolarisation et du revenu, des facteurs régionaux influent sur les attitudes face à l'évolution technologique. Les personnes domiciliées dans la région de l'Atlantique et dans les régions rurales du Canada, les chômeurs et les femmes sont plus enclins à penser que l'automatisation entrainera un taux de chômage plus élevé et une dépersonnalisation des employés. Encore une fois, l'âge influe très peu à ce chapitre, sauf que la perception de la nécessité du recyclage augmente avec l'âge (ou, avec le nombre d'années depuis qu'une personne a quitté l'école).

c) La technologie et l'expérience personnelle

En vue d'évaluer dans quelle mesure les travailleurs canadiens ont le sentiment personnel de participer à l'évolution technologique, l'équipe *Quarterly* demande régulièrement à ses répondants dans quelle mesure leur emploi a été touché par cette évolution. Tel qu'indiqué dans le tableau 3, en juin 1983, la plupart des gens (50 p. 100) ne sentaient toujours pas que leur emploi avait été considérablement touché par la nouvelle technologie. Une minorité importante (44 p. 100) avait senti ce changement.

TABLEAU 3

PERCEPTION DES RÉPERCUSSIONS DE LA TECHNOLOGIE SUR LA PERSONNE AU TRAVAIL



Mon emploi a été considérablement touché par l'introduction de la nouvelle technologie.

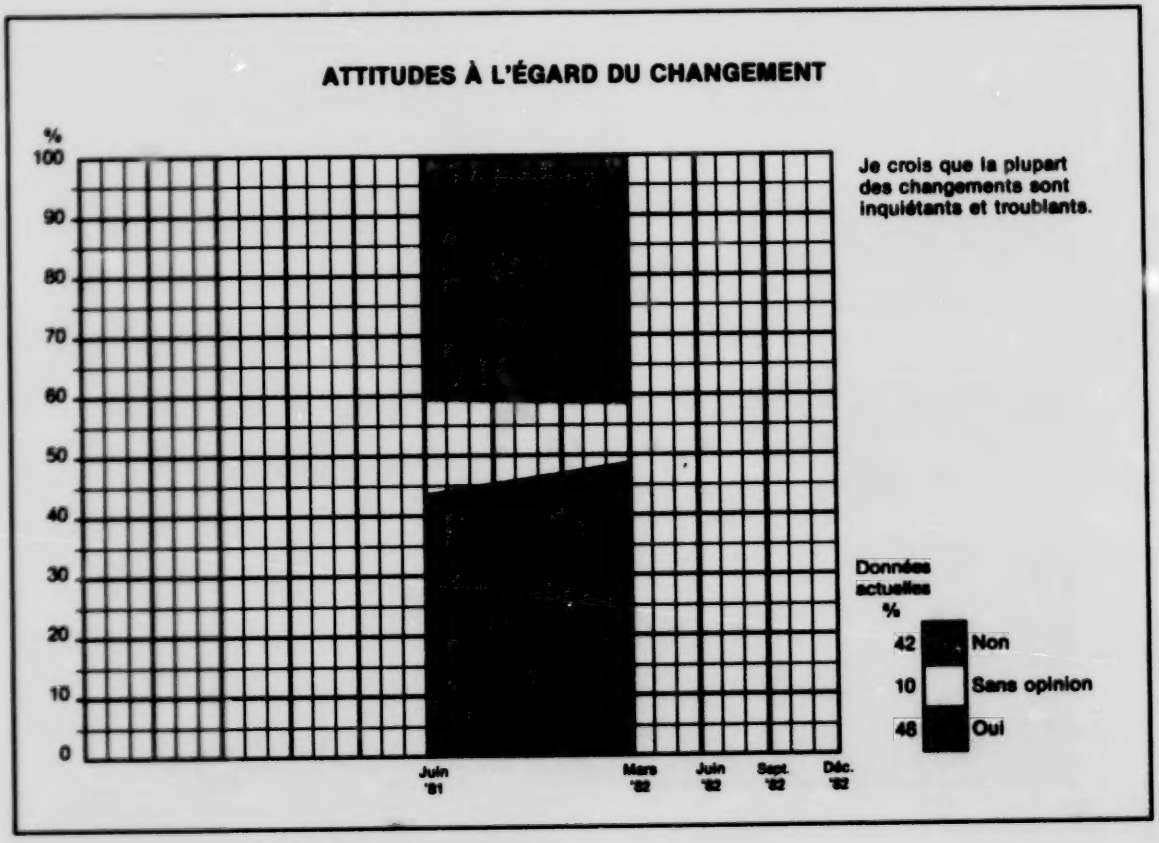
En général, dans chaque segment de la société, nombreuses sont les personnes qui disent sentir les effets de la technologie au travail. Les personnes qui semblent les moins touchées par ce changement sont les Québécois, les bas salariés et les personnes occupant des postes de bureaux, de services et les vendeurs.

Un fait intéressant, et peut-être encourageant, est le rapport qui existe entre les personnes les plus touchées par la technologie et celles les moins préoccupées par ses conséquences au travail. Tel qu'indiqué dans le tableau 4, pour la plupart des personnes, le changement est inquiétant et troublant. Toutefois, il semble y avoir une corrélation intéressante entre le fait de se rendre compte de l'évolution technologique survenant actuellement et les attitudes à l'égard d'un tel changement. Les personnes dont les emplois ont été touchés par ce changement voient d'un oeil plus positif les effets de ce changement et mentionnent qu'il pourrait s'agir là d'une expérience positive. D'autre part, la corrélation n'est pas aussi évidente entre les personnes qui n'ont pas encore été touchées par le changement et celles qui sont les plus inquiètes au sujet des conséquences au travail. Il y a donc lieu de dire, dans une certaine mesure, que les gens dont les emplois ont été touchés par la nouvelle technologie ont su s'adapter à ces changements et, par conséquent, sont moins enclins à prétendre que l'automatisation a des effets néfastes. Toutefois, il faudra produire d'autres données sur cette relation avant de dire qu'il ne s'agit plus d'une hypothèse.

Les attitudes à l'égard de la technologie et de l'évolution

Dans la partie précédente, on a examiné les attitudes du public à l'égard de l'évolution. D'après les données, on peut dire que les avantages et les risques de

TABLEAU 4



l'automatisation sont perçus de façon plus discriminatoire. Il semble que les retombées économiques générales se font de plus en plus sentir; par contre, les Canadiens demeurent insatisfaits de l'incidence que semble avoir la technologie sur l'emploi et sur le lieu de travail en soi. Ceci nous amène tout naturellement à questionner les raisons de cette situation, les répercussions qu'elle aura sur les attentes futures, et donc, le public et le climat politique en devenir.

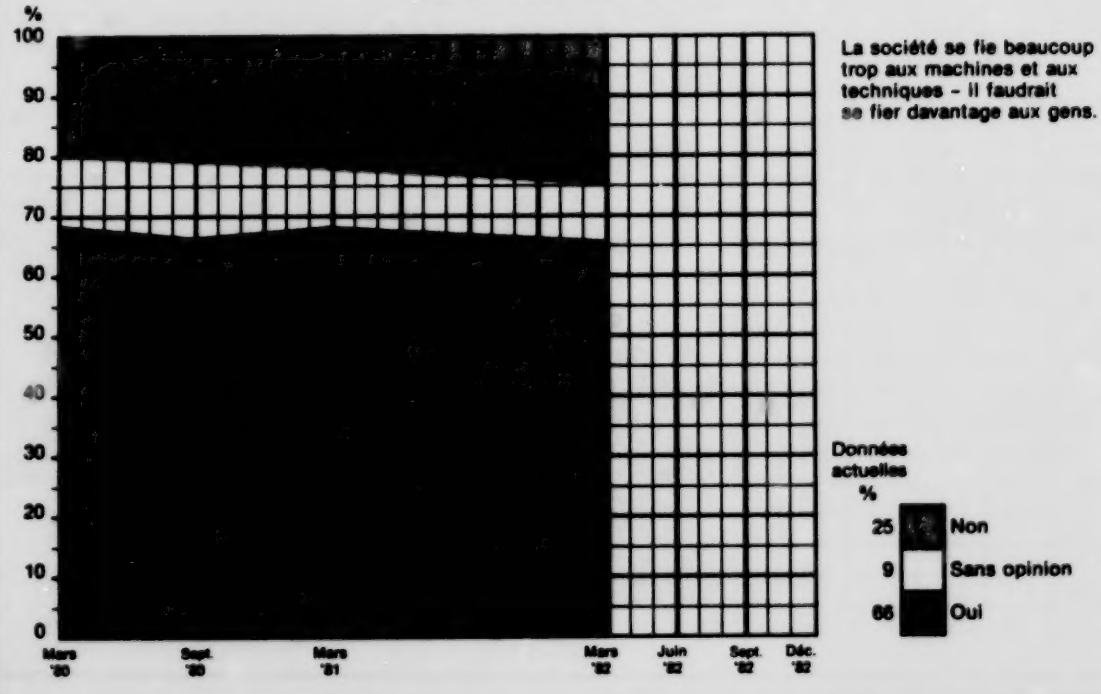
Dans la partie précédente, on a mentionné que le public examinait attentivement les coûts et les avantages de l'évolution technologique. Les résultats semblent différents selon les domaines. Un autre facteur toutefois est l'optique de ceux qui s'opposent au concept de l'évolution en général. Le public, tout en admettant qu'il faut modifier de nombreuses pratiques au canada, demeure méfiant à l'égard de ces changements.

L'hésitation du public à accepter l'évolution est encore plus évidente si on s'attarde à l'équilibre entre la technologie et les gens. Une majorité soutenue (66 p. 100) croit que la société se fie beaucoup trop aux machines et aux techniques, qu'il faudrait donner une place plus importante aux gens. Seulement 25 p. 100 de la population ne sont pas d'accord avec cet énoncé. (tableau 5).

Les personnes pour qui l'évolution est troublante et inquiétante sont également celles qui sont les plus portées à croire que la société se fie actuellement beaucoup trop à la technologie. Parmi elles, on retrouve les bas salariés, les moins scolarisés, les personnes âgées de plus de 50 ans, les manoeuvres, les personnes ne travaillant pas à l'extérieur du foyer, les femmes et les personnes domiciliées en Saskatchewan. Les personnes que la perspective du changement dérangent le moins sont les hauts salariés, les employés occupant des postes de surveillance et de gestion, les travailleurs techniques et professionnels et les personnes ayant fait des études post-secondaires; autrement dit, il s'agit des per-

TABLEAU 5

ATTITUDES CONCERNANT LA DÉPENDANCE DE LA SOCIÉTÉ À L'ÉGARD DE LA TECHNOLOGIE



sonnes les plus aptes à relever les défis qu'entraînent une situation économique difficile, des problèmes complexes et les modifications découlant de ces situations.

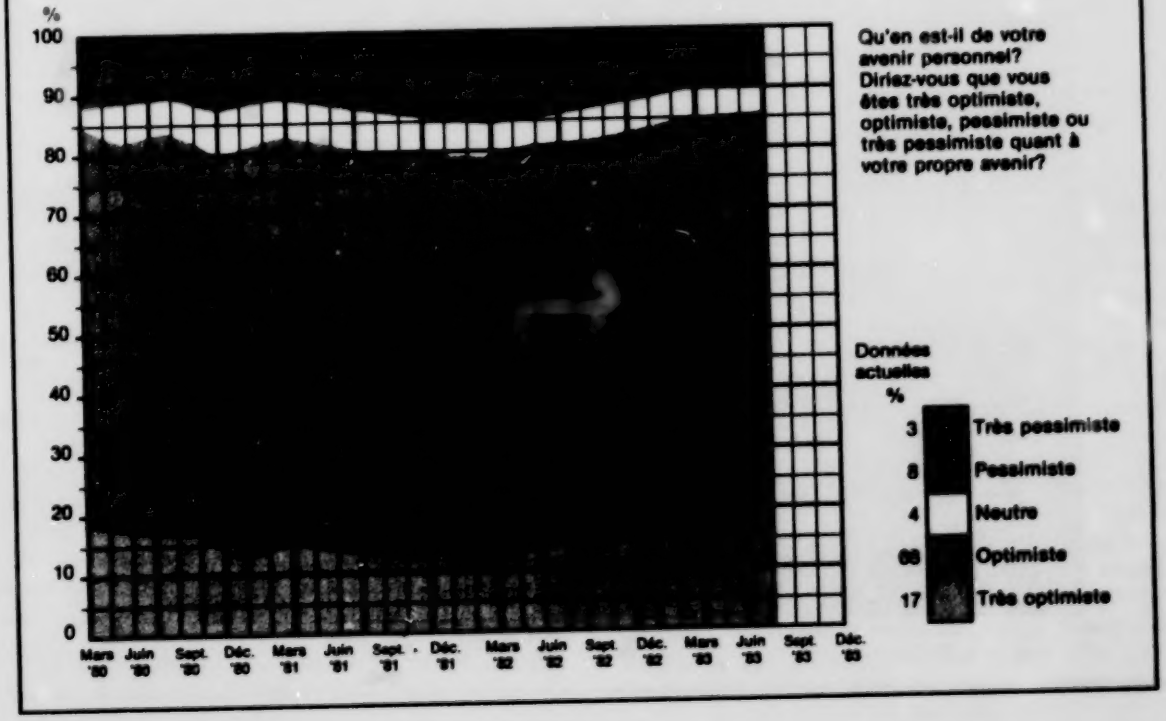
On peut tirer deux conclusions intéressantes de ces données. Premièrement, et ce n'est pas surprenant, les particularités démographiques qui décrivent les personnes les plus méfiantes à l'égard du changement décrivent également les personnes qui ont les attitudes les plus négatives à l'égard de l'effet qu'aura l'automatisation au travail sur l'économie et sur la population active. L'inverse est tout aussi vrai. Plus une personne acceptera le changement général, plus elle pourra voir les avantages particuliers de l'automatisation. Deuxièmement, et ce qui est peut-être encore plus important, les personnes qui n'ont pas encore été personnellement touchées par la technologie sont les moins prêtes à accepter le changement. Par contre, les personnes qui ont déjà été touchées sont plus disposées à accepter le changement et moins incertaines quant à ses effets.

Il semble que la raison de ce rapport se trouve dans la composition socio-économique de chacun de ces groupes. Dans le passé, il était évident que les personnes se trouvant à l'extrémité supérieure de l'échelle socio- économique étaient les plus disposées à croire qu'elles pouvaient comprendre et même inciter le changement. La sécurité et le sentiment d'efficacité personnels ont des répercusions importantes sur la capacité ressentie des personnes à accepter le changement et à en profiter.

La société canadienne est une société optimiste. D'après les constatations publiées dans les numéros d'été et d'automne du *Quarterly*, les gens sont très optimistes à l'égard de leur avenir personnel (tableau 6); de fait, ils le sont autant qu'ils l'ont toujours été. Toutefois, les Canadiens, surtout au cours des dernières années, ont manifesté une sérieuse inquiétude quant au présent; ils ne croient pas, même au beau milieu de la reprise, que les choses vont si bien. Le chômage demeure une

TABLEAU 6

OPTIMISME À L'ÉGARD DE L'AVENIR PERSONNEL



préoccupation majeure et la reprise ne semble pas aider à résoudre ce problème.

Des attitudes qui semblent aussi contradictoires au sujet de l'avenir et du présent (optimisme et inquiétude) entraînent l'acceptation du changement et même l'exigent. Le public accepte cette situation comme un fait inévitable; ainsi, le progrès futur se justifie par la conviction stable et même de plus en plus grande, que la prochaine génération *a le droit* de s'attendre à plus que la génération actuelle. Comme le montre le tableau 7, 66 p. 100 des personnes croient que leurs enfants peuvent s'attendre à plus, et seulement 27 p. 100 ne sont pas d'accord avec cette idée. Fait intéressant, les personnes qui ont le plus de difficultés à accepter le changement dans leur propre vie sont celles qui pensent que leurs enfants ont droit à un avenir meilleur.

Non seulement le public admet-il (même si c'est à contrecoeur) que le changement est nécessaire, mais les données indiquent aussi que les gens prévoient que le rythme du changement s'accélérera dans l'avenir. 74 p. 100 des Canadiens croient que le changement est inévitable, qu'en fait, la société canadienne évoluera plus rapidement au cours des deux prochaines années que depuis deux ans (tableau 8).

Les femmes et les moins instruits sont beaucoup plus portés à prévoir ces changements que ne le sont les hommes et les plus instruits. De plus, les gens les plus enclins à prévoir le changement sont ceux qui le craignent le plus.

Bref, nous assistons présentement à une tentative du public de saisir le changement et de s'adapter à son inévitabilité. Certaines personnes disent qu'elles auront plus de difficultés que d'autres à s'adapter aux changements, mais elles admettent qu'il est inévitable. Les attitudes se précisent davantage par le sentiment que le progrès technologique est nécessaire et, dans une moin-

TABLEAU 7

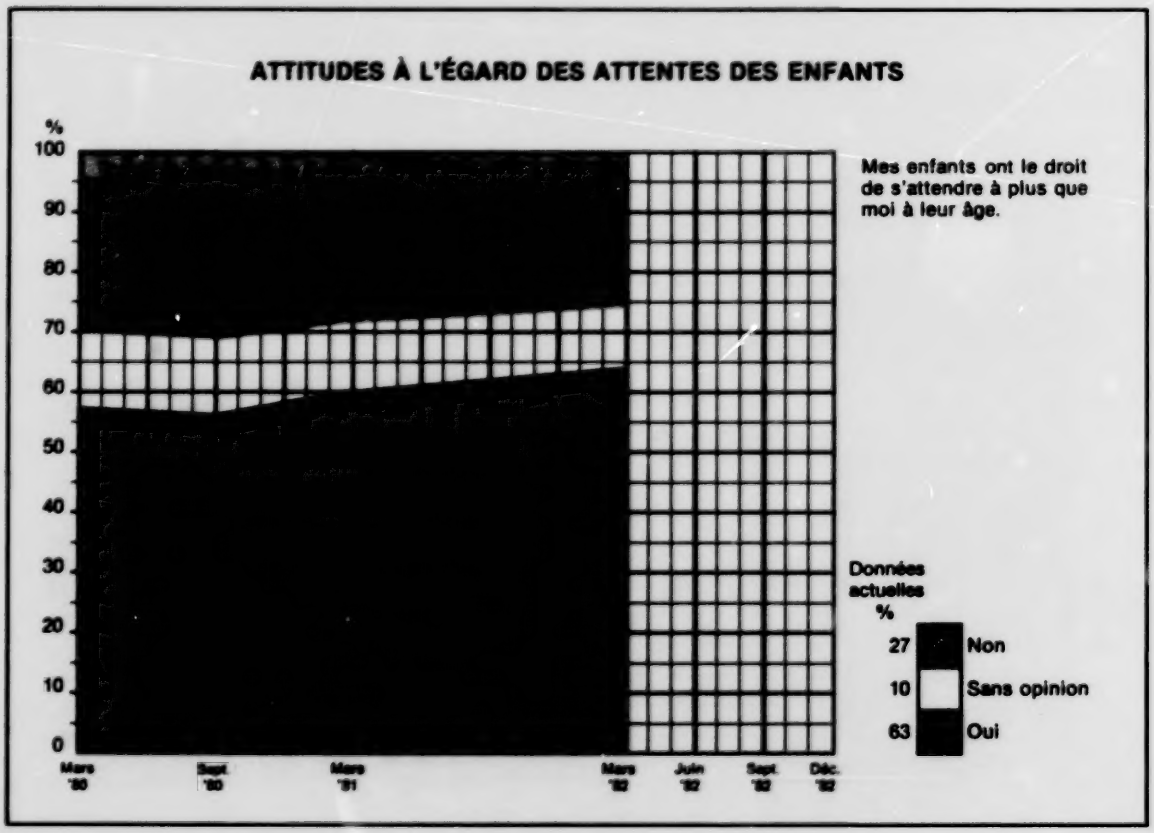
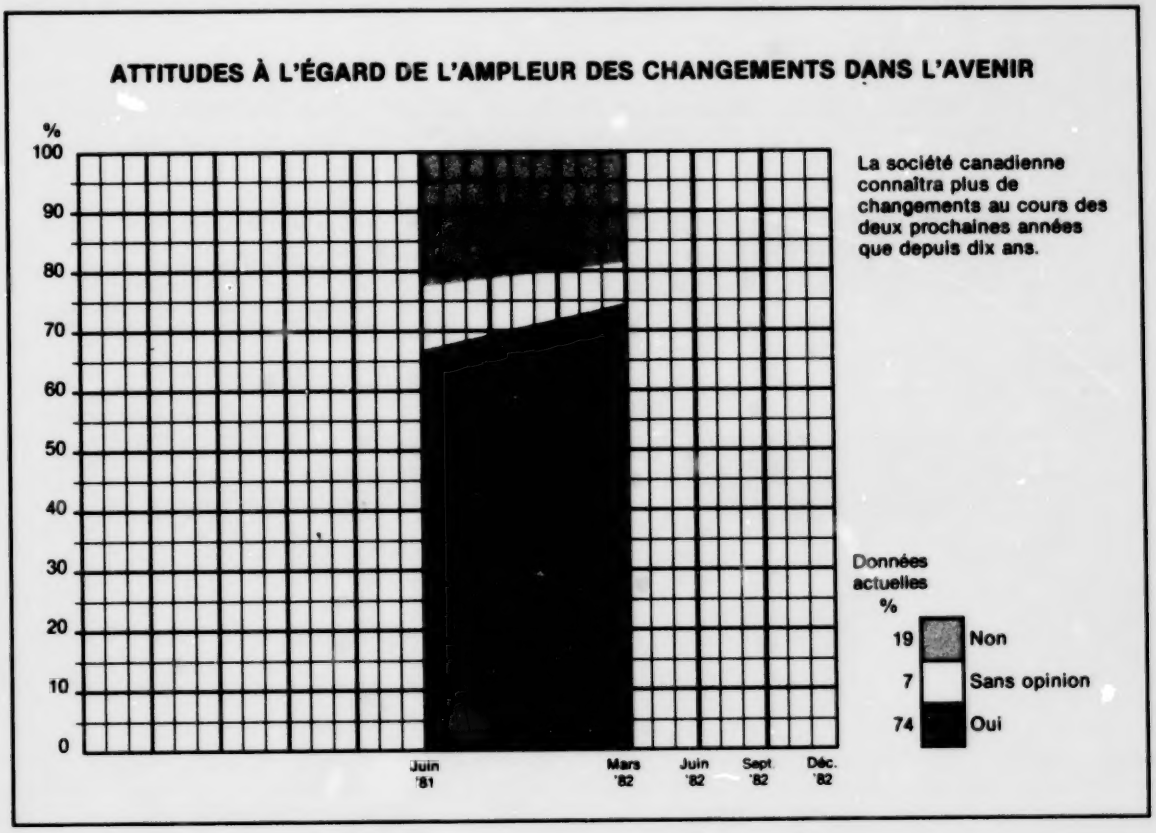


TABLEAU 8



dre mesure, souhaitable. Les avantages ne sont pas encore solidement établis, mais les désavantages le sont clairement, dans l'esprit de nombreux Canadiens.

Le Canada et la technologie de pointe

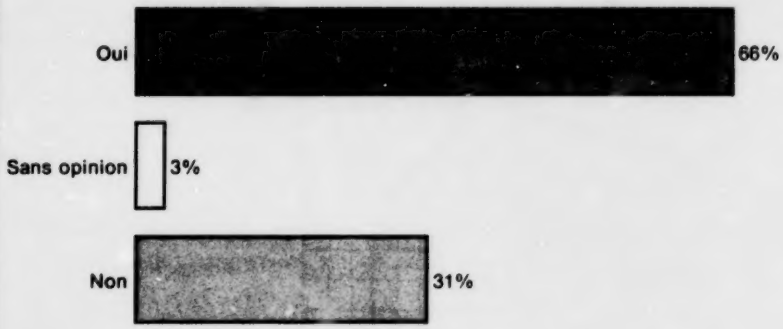
Les Canadiens croient que leur pays a un problème de productivité, qu'il n'est pas compétitif par rapport à bon nombre de ses concurrents étrangers. Les gens ont tendance à se dissocier de ce problème, en disant qu'ils sont personnellement plus productifs que la moyenne et que le problème de la productivité au pays est le problème de quelqu'un d'autre. (Les gens ne se sentent pas personnellement visés par cette question; il s'agit toujours du problème des «autres».)

Les Canadiens (66 p. 100) croient que le Canada et les entreprises canadiennes occupent une position de chef de file dans l'exploitation de la technologie de pointe. A cause de cette attitude, dans une certaine mesure, la majorité de la population ne croit pas que les entreprises de technologie de pointe devraient recevoir du gouvernement une aide plus grande que les autres industries. Comme on peut le voir d'après le tableau 10, les Canadiens sont dans l'ensemble satisfaits du montant d'aide que le gouvernement octroie actuellement aux entreprises de technologie de pointe.

Par contre, le public semble moins certain du contrôle qu'exercent les gouvernements sur l'industrie de la technologie de pointe. Lorsqu'on demande aux personnes si elles aimeraient que le gouvernement exerce un contrôle plus serré sur cette industrie, 52 p. 100 veulent un plus grand contrôle (alors que 42 p. 100 en veulent moins; il s'agit là du pourcentage le plus élevé de tous les secteurs industriels mentionnés (y compris ceux du

TABLEAU 9

PERCEPTION DU CANADA EN TANT QUE CHEF DE FILE DANS LA TECHNOLOGIE DE POINTE



Dernièrement, on a beaucoup parlé d'exploiter la technologie de pointe pour relever les défis économiques et sociaux qui nous sont posés aujourd'hui et qui nous seront posés à l'avenir. Avez-vous tendance à penser que le Canada et les entreprises canadiennes pourraient occuper une place de chef de file dans l'exploitation de cette technologie de pointe?

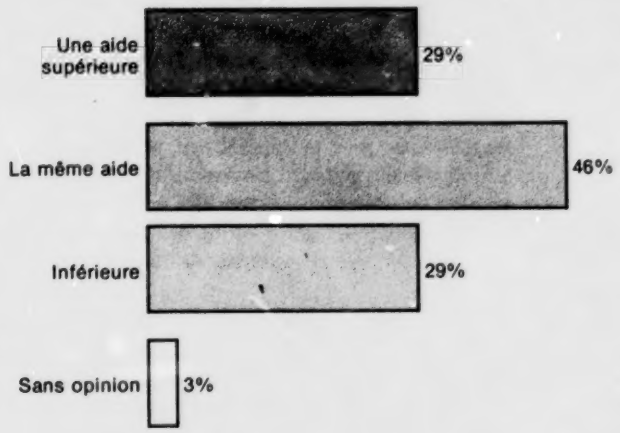
pétrole et du gaz, de l'exploitation minière et des opérations bancaires). Même si le public a tendance à s'opposer de plus en plus à l'intervention du gouvernement dans l'économie, ces constatations prouvent qu'il est toujours pragmatique à cet égard. L'intervention du gouvernement dans l'économie, et en particulier dans un secteur considéré comme un secteur «clé», peut toujours s'attirer un certain appui. Si on se fie aux attentes du public face à l'avenir et à la description des problèmes actuels, on peut considérer le secteur de la technologie de pointe comme un de ces secteurs clés. Et cela pour les deux raisons que voici: les aspects de la technologie qui apportent une solution aux problèmes (la concurrence et la productivité), et ceux qui créent des problèmes dont le chômage, l'évolution rapide et la dépersonnalisation.

D'après d'autres données du *Quarterly*, les Canadiens sont devenus ces dernières années assez antipathiques à l'intervention gouvernementale de plus en plus fréquente, et tout spécialement à la propriété directe. Certains secteurs sont toutefois plus touchés par cela que d'autres; lorsque les problèmes ou les débouchés sont clairement définis, le pragmatisme a le dessus sur la philosophie. En outre, les gens préfèrent de plus en plus que le gouvernement agisse comme filet de sécurité plutôt qu'il intervienne directement; ainsi les gouvernements peuvent aider les moins nantis, laissant aux particuliers et au secteur privé le soin de prendre des décisions à l'égard de la majeure partie de ceux qui restent et de l'économie.

Les personnes domiciliées dans la région de l'Atlantique et les Canadiens francophones, les moins instruits, les ouvriers et les sans emploi sont tous plus disposés que le répondant moyen à favoriser un contrôle gouvernemental plus serré sur le secteur de la technologie de pointe. Ces personnes sont, en général, celles que l'évolution technologique préoccupe le plus. Par contre, les personnes occupant des postes de surveillance et de gestion et les hauts salariés sont celles les plus en désaccord avec un contrôle gouvernemental plus rigoureux. Ces personnes sont, en général, celles que l'évolution technologique préoccupe le moins. Encore une fois, il est évident qu'il y a une distinction socio-économique de classe entre les deux groupes, et il s'agit d'un fait peut-être inquiétant dans un pays où de telles différences n'ont jamais existé.

TABLEAU 10

ATTITUDE À L'ÉGARD DE L'AIDE OCTROYÉE PAR LE GOUVERNEMENT AUX ENTREPRISES RELEVANT DES INDUSTRIES DE TECHNOLOGIE DE POINTE



Le gouvernement aide les entreprises de diverses façons, notamment par des stimulants fiscaux et des subventions. A votre avis, les entreprises relevant des industries de technologie de pointe devraient-elles recevoir du gouvernement une aide supérieure, la même aide ou une aide inférieure que les autres sociétés qui ne relèvent pas des industries de technologie de pointe?

Conclusion

Il semble que les gens sont de plus en plus enclins à admettre les avantages du changement, ou du moins la nécessité du changement. Ils adoptent aussi une attitude de plus en plus discriminatoire face aux avantages de la technologie de pointe, car ils s'inquiètent toujours des répercussions sur la population active. Il est aussi évident que cette préoccupation prend moins d'importance lorsque les gens ont un contact direct avec la technologie dans le cadre de leur profession.

Le public est prédisposé aux changements, en raison des problèmes économiques du pays. Toutefois, il s'inquiète aussi du genre et du rythme de l'évolution. De plus, il croit fermement que le changement est nécessaire, mais qu'il doit être accompagné d'efforts pour aider les gens à s'y adapter.

Cette tendance est plus fréquente chez les personnes se trouvant à l'extrémité inférieure de l'échelle socio-économique. Pourtant même dans ce groupe, on admet que le changement est inévitable, et de fait nécessaire, pour réaliser le genre d'avenir auquel tous aspirent pour le pays et les générations futures.

Finalement, le public croit que le gouvernement devrait jouer un rôle dans le domaine de la technologie de pointe. En général, on pense qu'il s'agit d'un secteur trop important pour que les gouvernements n'y participent *pas*. Il semble que l'intervention gouvernementale sera mieux acceptée si elle est axée le plus possible vers des fonctions d'appui et de formation qui donneront aux Canadiens certaines mesures de protection face aux complexités, aux défis et aux problèmes liés à l'évolution technologique rapide.

En résumé, les Canadiens semblent disposés à s'adapter aux changements, même si cela se fait de façon lente et sceptique. Le gouvernement et les organismes privés ont l'occasion de pousser l'adaptation, pourvu que ce soit de façon rassurante et que les gens comprennent peut-être mieux les avantages généraux et particuliers qu'ils peuvent en retirer.

Richard Anderson
Public Affairs International Ltd.

LES INSTITUTIONS FONT-ELLES OBSTACLE AU PROGRÈS TECHNOLOGIQUE

Introduction

La question des obstacles institutionnels aux changements technologiques met en jeu des questions complexes ayant de nombreuses ramifications. Dans la présente dissertation, j'aborderai ces différentes questions en termes très larges. Mais tout d'abord, pour nous mettre en situation, je ferai quelques brefs commentaires sur les points suivants : concepts de base; connaissances, sciences et technologie; et attitudes à l'égard des progrès technologiques et des changements au sein des institutions. Ensuite, je me pencherai plus en détail sur la situation d'un certain nombre d'institutions : la scène internationale, les gouvernements, les milieux d'affaires, la main-d'oeuvre, les établissements d'enseignement et les milieux financiers.

Concepts de base

L'esprit humain possède une capacité presqu'infinie pour créer des institutions. Ces dernières sont souvent mises sur pied pour être le véhicule du changement, mais également pour obtenir ou maintenir la stabilité et l'ordre, sinon le *statu quo*. De plus, si elles regroupent ou en viennent à regrouper un nombre appréciable de personnes, ces institutions ont tendance à devenir hiérarchisées et bureaucratisées, créant ainsi un environnement dans lequel les initiatives en vue d'un changement perdent de leur vigueur et deviennent inefficaces à moins de n'être solidement appuyées par l'institution elle-même ou de ne subir des pressions externes considérables. Elles tendent également à développer leurs propres « cultures » qui, soit de façon explicite ou implicite et parfois même presque imperceptible, donnent lieu a une certaine rigidité ne favorisant pas le changement. En conséquence, même dans le cas d'institutions dont le mandat est largement défini, le seul fait de définir et de redéfinir périodiquement des objectifs et des « missions », sans parler de l'amorçe et de la gestion efficace de changements, est difficile en soi.

Par contre, la technologie de pointe suppose inévitablement des changements et son application s'apparente aux processus biologiques. Elle ne peut survivre que dans un environnement où se côtoient la mort et la vie. Elle est créatrice tout en étant destructrice. J'emploie ici le terme « technologie de pointe » dans un sens très large qui englobe les innovations à grande échelle qui ont révolutionné notre société telles que l'invention des dépôts bancaires ou des contraceptifs oraux ainsi que les progrès imperceptibles réalisés dans les dispositifs techniques les plus perfectionnés. Dans ce vaste contexte, les changements institutionnels et les progrès technologiques peuvent parfois être considérés comme étant synonymes : par exemple, l'établissement de la démocractie parlementaire peut être perçu comme étant un changement majeur au sein d'une institution ou dans la « technique de gouvernement ». Un tel exemple illustre également le processus de la naissance et de la mort, soit la création d'un pouvoir plus étendu au sein du peuple et la destruction des pouvoirs monarchiques.

Parce que la technologie de pointe appelle le changement, elle a été, d'innombrables façons, crainte ou accueillie favorablement, entravée ou recherchée activement. L'homme, du moins à son meilleur, possède une curiosité innée pour la nouveauté et ce qui est différent, curiosité qui peut être visionnaire ou morbide. Cependant, même à son meilleur, l'homme éprouve également une aversion naturelle à l'égard de ce qui est nouveau et différent en raison de l'insécurité et des risques que cela comporte. L'élargissement des connaissances, et les progrès des sciences et de la technologie concernent fondamentalement ce qui est nouveau et différent.

Connaissances, sciences et technologie

Au cours de l'histoire, les idées et les visions nouvelles mises de l'avant concernant le fonctionnement des institutions ainsi que les efforts intellectuels déployés afin d'acquérir une meilleure connaissance de nous-même et de l'univers qui nous entoure, constituent un témoignage étonnant au génie créateur de l'esprit humain. Cependant, les visions et les découvertes se situent à un palier bien différent de la mise en oeuvre innovatrice d'idées et de connaissances nouvelles. Par exemple, la National Academy of Sciences des États-Unis a défini la recherche fondamentale comme étant « de la recherche sans application en vue ». A l'opposé, les progrès technologiques supposent un processus d'applications pratiques tirées d'idées et de connaissances actuelles et nouvelles.

A différentes époques de notre histoire — d'ailleurs, certains prétendent que c'est le cas de presque

toutes les époques — les connaissances acquises, sans parler des connaissances nouvelles, étaient considérées trop dangereuses pour être disséminées ou transférées sur une grande échelle.

On se contentait donc de monopoliser ces connaissances et d'en restreindre la diffusion à de petits groupes religieux ou séculiers triés sur le volet. Dans certains cas, cette attitude reflétait une méfiance fondamentale à l'égard des sciences et des connaissances *en soi*. Dans d'autres cas, il s'agissait sans l'ombre d'un doute, de conserver des renseignements jugés trop dangereux pour être diffusés car ils risquaient de porter atteinte aux structures dirigeantes en place ou à la stabilité sociale.

Depuis toujours, l'avancement technologique a fait l'objet de réserves et de contraintes grandissantes et de plus en plus répandues, allant de la suppression pure et simple en passant par des gestes délibérés visant à décourager et à entraver toute initiative, jusqu'à des attitudes mesquines chez des professionnels et des spécialistes visant à décourager les progrès dans des domaines d'intérêt particulier et de compétence reconnue.

L'importance des attitudes

Les attitudes sont à la base de la portée et de la nature de l'avancement technologique. Le Moyen-Age en Europe n'a donné lieu qu'à peu de changements. Cette époque a été caractérisée par un système composé de structures rigides, d'une grande dépendance entre les personnes et les groupes, et par un environnement impropice à l'éclosion et à l'utilisation de nouvelles connaissances qui auraient pu fausser les éléments déjà connus et irriter les institutions immuables solidement établies. Les attitudes qui transpiraient des structures dirigeantes laissaient percer une antipathie à l'égard du concept du « progrès ».

Comparons maintenant cette situation à celle du siècle dernier. Il va sans dire que selon les normes actuelles, le rythme des progrès scientifiques, technologiques et économiques était plutôt lent au dix-neuvième siècle. Cependant, à certaines étapes importantes et de diverses façons, les attitudes étaient différentes et étaient devenues plus positives et plus optimistes à l'égard du progrès économique et social réalisé grâce à la mise au point et à l'utilisation de nouvelles techniques. Ces attitudes sont encore largement répandues aujourd'hui dans les pays industrialisés. De plus, la mise au point, le déploiement et la diffusion de techniques nouvelles ont été considérablement encouragés par les progrès qui ont révolutionné les transports et les communications et qui ont contribué à réduire les distances et à créer des conditions favorisant une mobilité considérablement accrue des gens, des biens, des services, de l'argent et des connaissances. La principale différence entre l'époque actuelle et les époques antérieures de notre histoire se situe au niveau de l'envergure, de la complexité et de la vitesse de l'évolution scientifique et technique et de ses ramifications dans pratiquement tous les aspects de la vie.

Les attitudes fondamentales sont toujours axées sur le progrès technologique et cela se fait sentir un peu partout de différentes façons; qu'il suffise de mentionner les mesures gouvernementales visant à promouvoir l'accroissement des activités de R et D et la croissance de nouvelles industries de technologie de pointe; les initiatives prises par les entreprises pour mettre au point et appliquer de nouvelles techniques aux procédés et aux produits; et l'attirance du consommateur à l'égard de nouveaux biens et services plus perfectionnés.

Pourtant, les inquiétudes et les incertitudes concernant les conséquences négatives, actuelles et éventuelles découlant des progrès scientifiques et technologiques sont également largement répandues aujourd'hui. Elles comportent de nombreux aspects dont deux méritent d'être soulignés. L'un de ces aspects découle du fait mentionné antérieurement, à savoir que la technologie commande le changement, ce qui entraîne fréquemment la perte d'emplois, la faillite d'entreprises, la perte d'importance de l'expérience et de certaines spécialisations, et suscite l'instabilité. L'autre aspect concerne la menace que les nouvelles techniques peuvent poser pour la vie humaine et les institutions établies dans le but de sauvegarder et d'accroître le bien-être de la société.

En conséquence, l'évolution technologique donne lieu à de nombreux éléments d'ambivalence. Cette ambivalence semble vouloir refléter pas tant une méfiance profonde ou répandue à l'égard des sciences et de la technologie qu'une préoccupation au sujet de la nature humaine. Ces préoccupations sont petit à petit devenues inhérentes aux mesures sociales et aux institutions, aux lois et aux règlements. Elles concernent des changements sociaux et technologiques favorables, ainsi que l'apport d'une aide équitable aux personnes et aux entités qui en subissent les retombées négatives.

Les institutions

Le monde d'aujourd'hui est un vaste labyrinthe d'institutions. Le Canada participe aux activités de nombreux organisations internationales et à de nombreuses ententes avec les institutions. Au pays, ce labyrinthe comprend les gouvernements fédéral et provinciaux, les administrations municipales, les entreprises et les organisations syndicales, les entreprises agricoles, les systèmes d'enseignement et de santé, les groupes juridiques ainsi que d'autres groupes professionnels et techniques, les systèmes judiciaire et pénal, les institutions financières, les entités culturelles de loisirs et les différents organismes à but non lucratif, tels que les « piliers de longue date » que sont la famille, la collectivité et les institutions religieuses, etc. A différents degrés et de différentes façons, tous ces éléments sont touchés par les progrès technologiques ou ont eux-mêmes une influence sur ces derniers étant donné que ceux-ci s'infiltrent dans tous les secteurs de notre société.

Il va sans dire que dans le cadre d'une communication de cette nature, il est impossible de se pencher sur plus de quelques aspects choisis des obstacles institutionnels aux progrès technologiques. Dans les propos qui suivent, je n'aborderai donc que six domaines, soit la scène internationale, les gouvernements, les entreprises, la main-d'oeuvre, les établissements d'enseignements et les institutions financières. De plus, pour faciliter l'examen de la question, le terme « progrès technologiques » se limitera au domaine des techniques industrielles et connexes.

Perspectives internationales

Depuis la fin de la Deuxième Guerre, les relations intergouvernementales ont évolué de façon très complexe; ainsi en a-t-il été des relations au sein des organismes privés et entre eux ainsi qu'entre ces mêmes organismes et les gouvernements.

Au cours de la période qui a immédiatement suivi la guerre, les politiques internationales des principaux pays industrialisés visaient à créer des conditions et des institutions qui sauvegarderaient la paix et favoriseraient la prospérité. La stratégie adoptée pour atteindre ces objectifs visait essentiellement à favoriser des conditions internationales plus ouvertes avec l'aide d'institutions aptes à promouvoir une telle ouverture. Les objectifs clés visés étaient les suivants : des échanges commerciaux plus libres, la convertibilité des devises, une moins grande restriction des mouvements de capitaux, une meilleure harmonisation des politiques, tous ces éléments s'inscrivant dans des cadres visant à maintenir des règles qui assureraient un progrès économique mondial plus ordonné et moins incertain.

Fait inattendu : on est longtemps parvenu à atteindre ces objectifs. Inévitablement, bon nombre de ces institutions se sont engagées, et certaines très étroitement, dans des questions scientifiques et technologiques, allant de domaines aussi variés que l'agriculture, le génie, l'énergie atomique, les communications, les transports, la médecine, la protection de l'environnement et les activités océaniques. Dans l'ensemble, il ne fait aucun doute qu'elles ont contribué à favoriser et à diffuser les progrès technologiques à l'échelle internationale.

Cette plus grande ouverture des conditions économiques et financières internationales a également entraîné des conditions propices à l'accroissement massif des progrès et du transfert technologiques dans l'industrie, particulièrement grâce à l'expansion et à la prolifération rapide des multinationales. Ces dernières, parallèlement à des systèmes de renseignements technologiques efficaces, semblent avoir constitué les véhicules les plus dynamiques et les plus rentables permettant d'effectuer des transferts technologiques à l'échelle internationale; des études récentes ont conclu que l'octroi de licences et les co-entreprises ont connu un succès plutôt mitigé.

Cependant, sur la scène internationale, de nouvelles tendances ont fait surface au cours des dix à quinze dernières années. Bon nombre d'entre elles résultent d'un sens plus aigu de la « souveraineté » et comprennent notamment les conditions moins favorables aux investissements des multinationales, les efforts plus précis visant à favoriser la souveraineté nationale sur le plan technologique, et les préoccupations à l'égard de la vente à l'étranger de techniques industrielles à des prix excessivement bas ou une surveillance inadéquate relative à la prévention de l'espionnage technologique dans l'industrie.

Pourtant les risques d'une compartimentalisation nationale sérieuse ne semblent pas très grands. Dans des conditions de progrès technologiques rapides et complexes à l'échelle mondiale, le mouvement de base sera fondamentalement et inexorablement axé sur « l'internationalisation ». Il en est spécialement ainsi des industries dites de technologie de pointe. Bon nombre de ces industries en sont encore aux premières étapes de leur cycle de croissance et la prospérité du Canada dépendra peut-être en grande partie de l'avenir de ces industries.

Les gouvernements

L'avancement technologique est un sujet qui suscite des sentiments partagés au sein du gouvernement. D'une part, les gouvernements (et les gouvernements canadiens en ont récemment fourni un bon exemple) cherchent à encourager et à favoriser « l'avancement scientifique et technologique » en établissant, par exemple, des droits de brevet accordant le monopole d'exploitation aux inventeurs, en offrant des stimulants spéciaux pour la R et D, en octroyant des subventions considérables pour la recherche, en affectant des ressources substantielles à la recherche technologique au sein des ministères et organismes gouvernementaux, en accordant des fonds à des centres de technologie et en maintenant des réseaux de renseignements à l'étranger pour surveiller les progrès technologiques et pour transmettre les connaissances pertinentes aux éléments concernés au pays.

D'autre part, les gouvernements sont grandement préoccupés par l'avancement technologique et peuvent tenter de l'entraver. Bien que l'exemple suivant soit un peu long, il mérite d'être cité en entier car il illustre particulièrement bien la situation. Le 1er janvier 1829, Martin Van Buren, alors gouverneur de l'état de New York qui devait devenir par la suite président des États-Unis, écrivait la lettre suivante au président américain Andrew Jackson. La voici:

Destinataire: Président Andrew Jackson

Le système de canaux de notre pays est menacé par la prolifération d'un nouveau mode de transport qu'on appelle « transport ferroviaire ».

L'administration fédérale doit sauvegarder les canaux pour les raisons suivantes :

PREMIÈREMENT : Si le transport par bateau sur les canaux est supplanté par le « transport ferroviaire », nombreux sont ceux qui perdront leur emploi : capitaines, cuisiniers, conducteurs, valets d'écurie, réparateurs et préposés aux écluses se retrouveront sans gagne-pain, ainsi que les nombreux agriculteurs qui cultivent le foin destiné aux chevaux.

DEUXIÈMEMENT : Les constructeurs de bateaux seraient touchés ainsi que les fabricants de remorqueurs, de fouets et de harnais qui se retrouveraient sans le sou.

TROISIÈMEMENT : Les bateaux qui circulent sur les canaux sont absolument essentiels à la défence des États-Unis. Advenant un conflit avec l'Angleterre, le canal Érié serait la seule voie nous permettant de transporter les approvisionnements indispensables pour mener une guerre à l'époque actuelle.

Pour les raisons susmentionnées le gouvernement devrait mettre sur pied une Commission de commerce inter-états visant à protéger le peuple américain de la menace du « transport ferroviaire » et à sauvegarder les canaux pour la postérité.

Monsieur le Président, vous savez sans doute que ces wagons sont propulsés à la vitesse folle de 15 milles à l'heure par des « moteurs » qui, en plus de mettre en danger la vie des passagers, sillonnent les campagnes en rugissant et en soufflant, mettent le feu aux récoltes, effraient les troupeaux ainsi que les femmes et les enfants. Dieu n'a sûrement jamais envisagé que les gens voyagent à cette vitesse d'enfer.

Martin Van Buren
Gouverneur de l'état de New York

Tout y est : la peur du chômage, la crainte de changements dans l'économie; les dangers pour la vie humaine; l'inclusion d'un « méga-argument » soit la sécurité nationale; même la mention d'une Autorité suprême.

Heureusement pour le Canada, les chemins de fer sont allés de l'avant. Ils ont constitué un élément vital dans le développement de cette nation.

Le gouvernement entrave-t-il l'avancement technologique? Oui et de nombreuses façons. Par exemple, les lois et les règlements créent des cadres qui donnent lieu à des processus complexes et souvent lents et excessivement méticuleux pour l'approbation des projets et l'octroi de licences pour les produits. La lenteur de la bureaucratie et la paperasserie peuvent empêcher d'introduire au moment propice des techniques nouvelles et il faut alors attendre la venue au pouvoir d'un autre gouvernement. Le Canada a une fiche assez pauvre pour ce qui est de prendre les nouvelles techniques prometteuses mises au point dans les laboratoires gouvernementaux et les adapter pour obtenir des applications qui pourront être mises sur le marché avec succès. L'accent mis de plus en plus sur la mise au point au pays de techniques dont le Canada aura la souveraineté a détourné l'attention des possibilités d'importation rentables de techniques. La plupart des nouvelles techniques utilisées au Canada ont toujours été importées de

l'extérieur et continueront de l'être. Le sénateur Maurice Lamontagne, aujourd'hui décédé, avait déclaré, lorsqu'il était président du Comité sur la politique scientifique, que si les Canadiens étaient très productifs, le Canada pourrait intervenir pour environ 3 p. 100 de toutes les nouvelles inventions du monde.

De plus, les objectifs nationaux d'ordre économique et social qui se font concurrence et entrent parfois en conflit, dans des domaines comme le développement régional, la croissance sectorielle, la création d'emplois, l'investissement étranger et l'énergie, pour n'en nommer que quelques-uns, ont une incidence négative diverse et kaléidoscopique sur l'avancement technologique. En outre, la réussite des progrès technologiques au Canada a de façon très générale, été entravée par l'approche mal équilibrée adoptée par le gouvernement relativement au processus d'innovation dans son emsemble. On a mis l'accent de façon assez marquée sur les premières étapes du processus d'invention (stimulants à la R et D et brevets) et on a accordé peut-être moins d'attention aux étapes ultérieures qui sont habituellement plus coûteuses, soit l'adaptation des nouvelles inventions pour mettre au point des applications pratiques et les diffuser rapidement dans toute l'économie.

Pourtant, à mesure qu'on reconnaît de plus en plus le rôle clé que joue l'avancement technologique dans l'arène impitoyable de la concurrence qui s'intensifie, et à mesure que nous acceptons que nous participons tous à une nouvelle explosion technologique dans le domaine de l'informatique, le gouvernement semble vouloir adopter des démarches plus cohérentes et favorisant davantage les progrès technologiques.

Les entreprises

Les entreprises représentent le noyau dynamique de l'évolution des techniques industrielles. C'est dans ce milieu que les choses bougent le plus et il est bien qu'il en soit ainsi. C'est dans ce milieu que les talents gestionnels et organisationnels doivent faire avancer les frontières des nouveaux processus et des techniques liées aux nouveaux produits, mobiliser des investissements de nouveaux capitaux ainsi que les ressources humaines, matérielles, financières et autres nécessaires pour en assurer le bon fonctionnement. C'est là que les progrès technologiques devraient contribuer à l'accroissement de la productivité et par le fait même à la croissance, contribuer à pénétrer les marchés étrangers, à contrer la concurrence étrangère et à s'adapter aux fluctuations de la demande intérieure. De plus, ces gains au niveau de la productivité devraient aider, particulièrement à long terme, à améliorer le niveau de vie moyen, à créer un plus grand nombre de meilleurs emplois, à restreindre les hausses des coûts causés par l'inflation, à maintenir la viabilité de la balance des paiements d'un pays et à entraîner un accroissement du revenu national imposable pour appuyer une société à la fois humaine et engagée à promouvoir des libertés individuelles.

Les exemples de réussite dans le domaine de l'innovation industrielle au sein des entreprises canadiennes abondent. Bon nombre de ces exemples témoignent de grandes réussites dans des conditions incertaines et défavorables. Cependant, un des traits fondamentaux de l'être humain est de vouloir s'approprier pleinement une réussite et de se montrer critique à l'égard de sources et de conditions externes qui ont entravé les efforts ou nui à leur pleine réussite. Le fait est qu'au sein des entreprises également se trouvent fréquemment des obstacles à l'avancement technologique. Ils ont différents degrés d'importance et prennent plusieurs formes.

En voici quelques exemples :

— les échecs organisationnels au plan de la mise sur pied et de la tolérance de structures hiérarchiques et bureaucratiques qui restreignent et étouffent l'esprit d'entreprise et la créativité dans de nombreux services d'une organisation;

— les politiques de gestion des ressources humaines qui ne tiennent pas compte de la hausse des années de scolarité et de la plus grande spécialisation des employés et, ainsi, entraînent l'apathie et un sentiment d'aliénation, et peut-être même des rapports d'adversité destructeurs au sein du milieu de travail;

— des bases et des systèmes n'assurant pas une collecte, une évaluation et une communication adéquates de l'information relative aux progrès technologiques, particulièrement entre les entreprises concurrentes; également, une lenteur inexplicable à appliquer les techniques connues et qui ont fait leurs preuves (des dizaines d'études analytiques ont démontré que la diffusion des techniques est généralement un processus étonnamment lent);

— le manque d'une planification efficace à plus long terme au titre de la R et D, plus particulièrement dans le domaine de la mise au point de nouveaux produits (pour en arriver à mettre en marché avec succès des gammes importantes de nouveaux produits sur une grande échelle, il faut de nombreuses années de mise au point); et

— les priorités inadéquates attribuées à des questions comme « les programmes de surveillance du veillissement », l'élaboration d'une gestion davantage axée sur les progrès technologiques et de systèmes pour le recyclage des employés (voir plus loin sous la rubrique Main-d'oeuvre).

Ces lacunes au sein des entreprises canadiennes nécessitent une attention immédiate car il devient de plus en plus évident que bon nombre d'industries chez nos principaux partenaires commerciaux acquièrent peu à peu une supériorité technologique par rapport à nos industries.

Main-d'oeuvre

Au cours des dernières années, on a fréquemment déterminé que les syndicats entravaient de façon précise l'avancement technologique, et qu'il en était de même du processus de négociation collective mais de façon plus générale. Cela est vrai, mais les questions en cause sont souvent complexes.

Les conventions collectives sont des instruments qui énoncent des dispositions contractuelles qui vont bien au-delà des simples questions de traitement et de nombreuses autes formes de rémunération et d'avantages sociaux. Elles traitent de questions aussi variées que les tâches d'un poste, les conditions de travail, les heures de travail, l'ancienneté, la procédure relative aux griefs, l'hygiène et la sécurité professionnelles, la prodédure relative aux grèves ou aux lockouts, la marche à suivre relativement à l'introduction de progrès technologiques, les programmes de recyclage, etc. Certaines de ces conventions sont d'énormes documents détaillés.

Ces conventions ont pour but de codifier des conditions précises et des engagements régissant les responsabilités et la conduite des cadres et des ouvriers syndiqués. En conséquence, il est inévitable que ces conventions collectives qui résultent de négociations et de compromis entre parties adverses deviennent des instruments qui revêtent une certaine rigidité. Cela peut grandement compliquer, ralentir ou même empêcher l'avancement technologique.

Habituellement, les obstacles aux progrès technologiques ne proviennent pas tant des dispositions de rénumération, bien qu'elles puissent porter atteinte à la sécurité d'emploi, ou à la capacité de survie d'une entreprise, étant donné que les coupures au niveau des coûts deviennent nécessaires à la suite de pressions concurrentielles imprévues ou de faiblesses sur le plan de la demande. Ce sont plutôt l'inflexibilité des règles de travail, les dispositions relatives à l'ancienneté, les descriptions de tâches et les processus d'adaptation aux changements qui donnent lieu à des problèmes sur le plan de l'adaptation technologique. Bien sûr, les hausses de rénumération et l'inflexibilité inhérente aux conventions collectives peuvent de façon détournée et mesquine avoir des conséquences négatives, particulièrement si les engagements pris à l'égard d'une meilleure rémunération accentuent la nécessité de progrès technologiques encore plus rapides, spécialement au niveau de l'économie de travail, et qui ne peuvent être réalisés en raison de différentes restrictions contractuelles.

Autre problème découlant de la négociation collective : l'inflexibilité des conventions collectives peut favoriser des attitudes inflexibles chez les travailleurs et leurs dirigeants, et peut-être même une opposition militante visant à préserver le *statu quo* et à faire obstacle au progrès.

Dans l'ensemble, la syndicalisation et la négociation collective ne semblent pas aller de pair avec les changements dynamiques des techniques dans l'industrie. Les syndicats éprouvent des difficultés considérables à s'adapter à la situation d'un monde qui assiste à une accélération phénoménale des progrès de la technologie.

En conséquence, les syndicats d'industries importantes et les corps de métier semblent perdre peu à peu leur influence et leur statut. Parallèlement, les entreprises appartenant aux industries axées sur la technologie de pointe demeurent en majorité non syndiquées.

C'est à dessein que je n'ai pas utilisé le terme « syndicats » comme rubrique de cette partie. En effet, mes propos ne veulent pas tenir seulement compte de la main-d'oeuvre dans le contexte des syndicats et des conventions collectives. Les travailleurs non syndiqués ont également une importance vitale. Fréquemment, c'est dans les difficultés des cadres intermédiaires, dans les attitudes paternalistes des hiérarchies, dans les préoccupations individualistes des professionnels en poste et dans les différents services en apparence sans problèmes d'une entreprise, qu'on constate que le progrès technologique est un sujet presque tabou qui doit être ignoré à tout prix. Il ne faut jamais sous-estimer la capacité des employés sans dévouement et sans motivation d'entraver l'avancement technologique.

De plus, on considère souvent l'avancement technologique comme relevant de la responsibilité des gestionnaires, des ingénieurs et des techniciens ainsi que

des chercheurs et des planificateurs. De nombreux employés peuvent par eux-mêmes (ou en petits groupes) jouer un rôle à long terme, dans leur propre intérêt, afin d'amorcer et de faciliter les progrès technologiques, de s'y adapter et d'en tirer parti. Ce rôle est souvent passé sous silence et fait fréquemment l'objet de peu d'encouragement.

Ce qui précède ne veut aucunement donner l'impression que les progrès de la technologie industrielle se font facilement et sans heurts. Ils entraînent souvent l'élimination d'emplois et de spécialisations et, parallèlement, en créent de nouveaux. Le prix à payer pour l'adaptation ne doit pas être assumé seulement par ceux qui en subissent les conséquences négatives. Parce que les entreprises et la société retirent des avantages de ces progrès, ils ont la responsabilité de faire en sorte que le fardeau à porter soit allégé par le biais de politiques et de programmes d'adaptation. Ces derniers peuvent prendre plusieurs formes.

Mais dans l'ensemble, ils ne semblent pas être avantageux pour le Canada. S'il fallait choisir un seul exemple, il s'agirait du recyclage. Le recyclage dans l'industrie, avec certains exceptions notables, n'est pas un domaine où les entreprises canadiennes ont des traditions bien établies ou des systèmes efficaces. On semble attribuer le manque d'effort et de réussite à la résistance et aux craintes des employés, ou à la rigidité des conventions collectives. Trop peu d'entreprises ont réalisé qu'un investissement important au titre du recyclage serait dans leur propre intérêt à long terme et devrait être en tête de liste de leurs priorités si elles veulent réduire les obstacles à l'avancement technologique.

Établissements d'enseignement

Le problème du recyclage soulève logiquement des préoccupations plus grandes quant au rôle du système d'enseignement au Canada dans un monde où l'évolution technologique est dynamique et rapide.

Il a été démontré aux États-Unis qu'une importante détérioration a eu lieu — détérioration qu'il est impossible de renverser rapidement — à la fois sur le plan de la quantité et de la qualité de l'enseignement dans les secteurs dont l'importance est vitale pour un système industriel en constante évolution technologique, particulièrement dans les domaines des sciences, des mathématiques et du génie. Certaines indications laissent supposer qu'une détérioration semblable se produit au Canada.

L'évolution technologique est, en fin de compte, le résultat du génie créateur de certaines personnes qui utilisent des connaissances nouvelles et de plus en plus répandues. L'absence d'un nombre suffisant de personnes instruites et formées dans des disciplines pertinentes peut donc devenir le principal obstacle à l'évolution technologique.

Dans ce contexte, les systèmes d'enseignement actuels semblent présenter trois lacunes qu'il faut corriger :

— la confusion entourant l'importance accordée à la formation technique dans les établissements de formation technique de niveau post-secondaire qui, au Canada, ont été créés principalement dans les années 60;

— l'importance accordée à une formation universitaire plus théorique et abstraite. On a accordé plus d'importance à ces façons de procéder au cours des années 60 et 70 alors que le système universitaire prenait de l'expansion et qu'un nombre important de diplômés, particulièrement ceux qui recevaient des diplômes de 2e et de 3e cycle, étaient réintégrés au système enseignement proprement dit. Actuellement et dans un avenir prévisible, l'ensemble de ces diplômés doit entreprendre une carrière ailleurs et, par conséquent, l'enseignement reçu doit porter davantage sur la recherche appliquée et la résolution de problèmes;

— l'importance de renforcer les liens directs entre les universités, le milieu des affaires et d'autres organismes.

En dernier lieu, il vaut la peine de souligner que le principal facteur contribuant à l'émergence soudaine de nouveaux centres d'activités dans le domaine de la technologie de pointe — comme ceux que l'on retrouve en Californie, au Massachussetts, en Caroline du Nord, au Texas et dans la vallée de l'Outaouais — semble être la proximité des universités ou des établissements de recherches disposant de capacités exceptionnelles dans des domaines touchant directement l'évolution technologique. Cela soulève une question intéressante et controversée : si la mise sur pied d'une nouvelle industrie de technologie de pointe devient un objectif important du Canada, les gouvernements et les universités ne devraient-ils pas s'orienter vers une affectation discriminatoire des ressources pour l'enseignement et la recherche dans les domaines des sciences, des mathématiques et du génie?

Institutions

On prétend depuis longtemps et un peu partout que les changements technologiques et les nouvelles entreprises de technologie de pointe ont de la difficulté à obtenir un financement adéquat — surtout des capitaux propres et du financement par emprunt, et ce, particulièrement d'importantes institutions financières établies. S'agit-il d'obstacles à l'évolution technologique?

C'est là un sujet vaste et complexe. Les grandes institutions financières ont naturellement des responsabilités fiduciaires — vis-à-vis des épargnants, des retraités, des détenteurs de polices d'assurance, des fonds en fiducie, etc. Ces responsabilités sont régies par des lois et règlements de même que par la prudence et un calcul posé des risques. Mais, au cours des années, plusieurs nouveaux types de prêteurs ont fait leur apparition; ils sont à la recherche de débouchés et de créneaux sur les marchés financiers et souhaitent répondre à divers besoins. Certains sont du secteur privé alors que d'autres ont été créés par les gouvernements fédéral et provinciaux.

Les institutions que l'on retrouve à la fois au sein du gouvernement et dans le secteur privé, se sont concentrées plus particulièrement sur les besoins financiers des petites et nouvelles entreprises, en accordant souvent une attention particulière aux initiatives dans le secteur de la technologie de pointe — comme, par exemple les établissements de financement de capital de risque, les activités nécessitant des capitaux spéculatifs mises en oeuvre par d'importantes sociétés d'exploitation de richesses naturelles ou autres, et les banques et sociétés officielles de développement. De plus, les régimes fiscaux ont été assouplis, et de nouveaux instruments (comme les obligations pour l'expansion de la petite entreprise), des subventions de divers types et des prêts à taux d'intérêt moins élevé ont été créés. Au même moment, l'épargne et les ressources financières personnelles se sont accrues sensiblement à mesure que l'ensemble de la nation s'enrichissait. Dans un tel cadre, il est évident que de nouvelles entreprises plus petites jouent un rôle prépondérant par rapport aux entreprises plus importantes et bien établies, dans la création de nouveaux emplois et la génération de nouvelles formes d'activité. Par conséquent, bien qu'il soit difficile de conclure catégoriquement que les conditions de financement nécessaires au démarrage de nouvelles entreprises de technologie de pointe se sont améliorées, il est fort probable qu'il en soit ainsi.

Les problèmes de financement peuvent être plus graves dans le cas d'une entreprise très prospère en expansion qui a fait une découverte technologique extraordinaire et qui a besoin sur-le-champ de ressources financières supplémentaires afin d'en venir à occuper une position solide et bien établie. Il pourrait être difficile d'obtenir le financement nécessaire sans que les fondateurs perdent le contrôle de l'entreprise puisque le financement requis prend souvent la forme de capitaux de risque qui ne peuvent être obtenus que par fusion ou par émission d'actions qui divise le titre de propriété.

Dans l'ensemble, il semble qu'en dépit du rythme accéléré et de la plus grande diffusion des progrès technologiques, les obstacles financiers à de tels changements ne se sont pas accrus et semblent généralement avoir diminué.

Conclusion

Nous vivons à une époque où les changements technologiques sont importants, complexes et de plus en plus nombreux. Le rythme de ces changements ne ralentit pas. En effet, l'accroissement des connaissances et des niveaux d'instruction, et l'augmentation marquée de la recherche font en sorte que, dans le cadre d'une révolution de l'information dont les dimensions ne peuvent être mesurées, un nombre impressionnant de changements technologiques interviennent dans la vie des Canadiens.

Le présent document a mis l'accent sur les obstacles institutionnels à l'évolution technologique. On en conclut, surtout qu'en dépit des nombreux obstacles, rien ne peut arrêter le progrès — puisque, fondamentalement, il s'impose sur le plan humain, social et économique d'apporter de tels changements.

En fait, les Canadiens doivent répondre à un problème clé : le rythme global de cette évolution, et plus particulièrement certains des domaines et des orientations devraient-ils être favorisés de façon plus énergique afin d'obtenir, par exemple, plus de prestige et de distinction au niveau national et une économie industrielle plus forte.

L'adaptation à l'évolution technologique entraîne naturellement des coûts. Mais un retard du rendement technologique canadien signifiera aussi des coûts peut-être plus importants, et souvent cachés, à plus long terme.

Afin d'accélérer des progrès technologiques, il est essentiel de favoriser parallèlement des attitudes positives face au changement et particulièrement, de pro-

mouvoir une recherche plus assidue pour le type de changement susceptible de maximiser les retombées économiques et sociales.

Il est particulièrement important de mettre au point et de favoriser des moyens efficaces en vue de promouvoir de telles attitudes au sein de certaines des institutions mentionées, compte tenu des diverses tendances au sein de celles-ci qui engendrent indifférence et résistance au changement. Les gestionnaires de ces établissements devraient adopter comme priorité une gestion des institutions orientée vers l'avenir.

En dernier lieu, puisque la technologie commande des changements et puisque les changements peuvent engendrer de l'anxiété et une adaptation humaine difficile, nos institutions doivent être plus conscientes de l'incidence et des répercussions de l'évolution technologique sur le plan humain et social : pour adapter une phrase tirée de *Megatrends*, « la technologie de pointe nécessite une préparation des plus minutieuses ».

Arthur J. Smith

QUELLES SONT CES NOUVELLES TECHNOLOGIES?

Il fut un temps où le travail du silex constituait une nouvelle technologie.

Au cours des dernières années, les Canadiens ont examiné avec une attention particulière leurs industries traditionnelles fondées sur les ressources, les secteurs secondaires de la fabrication et du conditionnement et, avec un intérêt toujours croissant, les perspectives offertes par l'expansion rapide des industries fondées sur les sciences. Il est devenu de plus en plus évident que s'ils espèrent être concurrentiels et survivre dans ce monde post-industriel, les Canadiens doivent non seulement améliorer la productivité dans les domaines traditionnels mais aussi atteindre de nouveaux paliers d'excellence dans les domaines de la science et de la technologie.

Malgré les récentes baisses de l'activité économique mondiale, la science et la technologie continuent à progresser rapidement. Dans de nombreux pays, on effectue des travaux dans plusieurs domaines et la concurrence est intense entre les pays industriels avancés. Par ailleurs, l'industrialisation soutenue du tiers monde nous impose de nouveaux défis.

Cette nouvelle ère que nous traversons se caractérise par une application généralisée de la technologie à de nouveaux produits et à d'anciennes méthodes. Elle offre de nouvelles possibilités d'expansion soutenue, de productivité améliorée et d'emplois accrus. Les industries et cette nouvelle ère se fondent sur une innovation technologique appliquée à une échelle collossale au traitement de l'information, aux systèmes de commande, à la production de l'énergie, au divertissement, au conditionnement, à la fabrication, aux services et à une foule de nouvelles activités qui soutiennent mal la comparaison avec quoi que ce soit que l'humanité ait vécu à ce jour.

Ces activités, ces nouveaux domaines de progrès technologique et scientifique, se rangent en quatre catégories: la micro-électronique, y compris les grands secteurs de l'informatique et des communications; le domaine connexe de l'opto-électronique, qui comprend les lasers, les appareils électro-luminescents et photosensibles, et les fibres optiques; la biotechnologie, y compris le génie génétique, le conditionnement, l'énergie et la production d'aliments; et la technique des matériaux qui nous procure une foule de produits allant des nouveaux tissus et adhésifs à des moteurs à turbines et des matériaux de construction.

Nous vivons une époque où certains investisseurs canadiens font face à la faillite, soit qu'ils ferment de leur propre chef des entreprises fondées sur des technologies désuètes, soit qu'ils ne peuvent soutenir la concurrence offerte par des produits de haute qualité à prix modique en provenance des nouveaux pays industriels. Les Canadiens font face à une alternative dont les deux propositions offrent des promesses pour l'avenir.

Nous pouvons nous concentrer sur les domaines où nous avons toujours pu soutenir la concurrence parce que nous possédions des ressources naturelles rares. Nous pouvons demeurer concurrentiels dans l'exploitation et la transformation de ces ressources en utilisant des méthodes de plus en plus innovatrices dans ces activités traditionnelles. Il existe en outre d'autres domaines tels que les communications, le transport, l'énergie et l'aérospatiale dont les Canadiens ont acquis une certaine maîtrise au cours de l'édification de la nation et où nous pouvons, avec la détermination et l'instinct de survie que nous ont légués nos ancêtres, maintenir notre domination mondiale grâce à l'application soutenue des nouvelles technologies.

Une technologie transformatrice

Vers le milieu de notre siècle, les Canadiens ont pris conscience qu'une nouvelle ère allait naître, sinon avec la rapidité de l'éclair, du moins avec tout le panache d'un grand rideau se levant sur une scène vaste et colorée. L'ère du nucléaire a vu le jour; l'aviation militaire constituait peut-être la manifestation la plus remarquable de la technologie, mais nous avons été médusés par l'explosion, après la guerre, des produits de consommation, des automobiles, des nouvelles maisons et de la mode.

L'invention du transistor en 1948, la percée du mystère de l'ADN en 1953 et la mise au point du laser en 1957, bien que moins remarquables sur la scène mondiale, devaient avoir des conséquences beaucoup plus profondes.

Les pages des revues à grand tirage étaient souvent noircies de visions, fort inspirées, de ce « monde de l'avenir » qui semblait profondément fasciner tous et

chacun. On ne savait pas au juste quelle serait la nature précise de ce monde de demain. Toutes ces spéculations, sauf quelques rares exceptions, se sont avérées soit tout à fait inexactes ou grossièrement inadéquates. Il était apparemment impossible de prédire la nature et l'ampleur de la plupart des changements sociaux et technologiques qui ont déferlé sur la société canadienne au cours des deux dernières décennies.

Dans le passé, on a certes connu d'autres progrès technologiques de nature profonde qui, avec le temps, ont modifié nos comportements, nos perceptions du monde et notre mode de vie. On peut les qualifier de « technologies transformatrices ».[1] Leurs effets sont si marquants qu'ils modifient sensiblement l'existence humaine. Dans le domaine des transports, par exemple, nous avons assisté à l'avènement du chemin de fer, de l'automobile et de l'avion qui, chacun à sa façon et à son époque, ont aboli les distances et modifié nos perceptions du monde.

Le rythme du changement qu'elles entraînent est une autre caractéristique qui distingue les nouvelles technologies. Dans le passé, il fallait compter une génération ou plus pour que s'implante de nouvelles technologies. Les sociétés qui les avaient vu naître avaient le temps d'adapter leur mode de pensée, leur mode de vie et leur interprétation des événements aux nouvelles connaissances et aux changements qui en résultaient. Nous avons eu trois générations pour intérioriser le phénomène du transport aérien. L'ère du nucléaire, par contre, a surgi littéralement du jour au lendemain dans un monde qui ne soupçonnait rien et a changé pour toujours notre vision de la guerre, de la sécurité et des relations internationales.

Le lancement sur le marché des circuits intégrés en 1961 a donné naissance au microprocesseur en 1971. Il s'en est suivi un déferlement de produits et d'applications, nourri par une croissance exponentielle de notre puissance informatique et la chute concomitante des coûts unitaires. On ne peut que qualifier d'ahurissant ce rythme d'évolution.

Ces découvertes sont récentes. Elles sont apparues en moins d'une génération. Nous n'avons peut-être pas prévu le défi que nous devons maintenant relever. A quelles fin serviront ces nouvelles technologies, ces nouveaux pouvoirs dont dispose la race humaine? Que fait-on avec une microplaquette que recouvrent cent mille dispositifs à semi-conducteurs? Ou un million? Ou cent millions?

Et qu'en est-il de cet avenir tant attendu? De la maison de l'avenir? Du bureau de l'avenir? De l'usine de l'avenir? Il semble falloir répondre que l'avenir est maintenant présent. Nous vivons actuellement dans l'avenir. Et le changement constitue son trait le plus inaltérable - un changement permanent et irrésistible.

La micro-électronique

Nous vivons une ère de l'information. On parle d'une économie de l'information et d'une société de l'information.[2] Le traitement de l'information a toujours constitué un travail encombrant. Toute personne ayant déjà écrit une lettre d'affaires concise ou une note personnelle le sait. Les constructeurs des pyramides le savaient ainsi que les scribes du Moyen Age. Nous codifions nos perceptions et nos expériences au moyen de mots, de nombres et d'images graphiques. Le stockage, la manipulation et la recherche de cette information, à une grande échelle et à une grande vitesse, a toujours représenté un problème. Du moins jusqu'à aujourd'hui.

La micro-électronique, grâce à des systèmes électriques de traitement de l'information comprenant de minuscules composants organisés à une très grande échelle, rend tout cela possible. Les techniques numériques nous permettent de réduire le langage, les symboles et les images à de grandes quantités de très petits chiffres, surtout des zéros et des uns. Les systèmes informatiques, fondés sur la technologie des semi-conducteurs, entreposent, manipulent et recherchent les données sous forme numérique à une échelle grandiose et à des vitesses qui se mesurent en nanosecondes (un milliardième de seconde).

Les semi-conducteurs acheminent l'électricité (un courant d'électrons) de manière spécialisée. Ils se composent de matériaux tels que le silicium, l'arseniure de gallium ou le germanium qui sont des cristaux auxquels on ajoute de légères impuretés qui modifient leur conductivité électrique. On en combine deux types, positif et négatif, dans le transistor. Les transistors servent de redresseurs, d'amplificateurs et d'appareils de commutation, composants de base que l'on combine en grand nombre pour construire les appareils et les systèmes électroniques. L'expression « à semi-conducteur » distingue ces appareils de leurs prédécesseurs à tube à vide. Les appareils à semi-conducteurs sont plus petits, moins chers et moins énergivores que les systèmes précédents. Ils sont construits de manière que plusieurs composants individuels peuvent être réunis sur un seul support ou substrat. Ainsi naquit la « microplaquette ».

La fabrication des semi-conducteurs dépend en grande partie de la technologie des couches minces. La division de chimie du Conseil national de recherches du Canada effectue des recherches dans ce domaine.[3] Les anciennes techniques, dont certaines, en plus d'être inefficaces, gaspillent des matériaux et de l'énergie, cèdent le pas à de nouvelles méthodes telles que la pulvérisation cathodique magnétron et le dépôt en phase vapeur de produits organométalliques. Ces techniques permettent la création de couches aussi minces que 0,0001 millimètre manifestant un degré élevé de pureté et de cohérence.

La miniaturisation de plus en plus poussée de ces systèmes nous mène inexorablement vers des domaines tels que la chimie modulaire[4] où l'on expose des supports ultra purs à un bichimique: au cours de la réaction, on ajoute une seule sous-unité d'une molécule à des endroits précis de la surface. Une série de réactions à l'aide de réactifs identiques ou différents permet de construire des « fils » ou conducteurs moléculaires, des régions isolantes et des appareils de commutation ou de mémoire.

Il reste des problèmes à surmonter dans ces domaines: le montage de réseaux, l'organisation de composants en de nouveau genres de systèmes et l'étude des caractéristiques d'appareils électriques qui sont tellement rapprochés qu'ils ne se comportent plus comme entités distinctes. Cette recherche pourrait nous donner des techniques nouvelles de micro ou nanofabrication dont on ne peut actuellement prévoir les applications. La conception assistée par ordinateur, la miniaturisation de plus en plus poussée, le laser, l'attaque photochimique ou par faisceau électronique et les modes de fabrication de plus en plus automatisés donnent le jour à des générations de plus en plus complexes de dispositifs équivalents à des systèmes à transistors à haute densité, y compris les systèmes de mémoire à grande échelle. Un de ces systèmes de mémoire qui vient d'être proposé s'inspire du phénomène de l'écho photonique dans un médium non structuré à trois dimensions qui peut être un cristal, le verre ou un gaz. L'accès se ferait grâce à l'intersection de rayons laser. On évalue à mille trillions de bits la capacité d'un système occupant un volume de un pied cube.[5]

L'intensité de la concurrence à l'échelle internationale est telle que ceux qui participent à la mise au point et à la fabrication des circuits intégrés (microplaquette) mettent de plus en plus leurs ressources en commun, particulièrement dans le domaine de la recherche fondamentale. Aux États-Unis, plusieurs fabricants de microplaquettes ont uni leurs efforts en 1982 en créant la Semiconductor Research Corporation chargée d'organiser et de parrainner la recherche fondamentale. Cette année, on a créé une autre entreprise sans but lucratif, la Microelectronics&Computer Technology Corporation, chargée d'effectuer des recherches à risque élevé et à l'échelle des systèmes dans le domaine des ordinateurs et du logiciel.[6] Ces initiatives témoignent d'une réaction significative à la menace de concurrence en provenance de « Japan Inc. ».

Au Canada, le financement est assuré par certains ministères et organismes du gouvernement fédéral, bien qu'on n'ait pas encore vu apparaître une stratégie de concertation nationale pour le développement d'un secteur de la technologie de pointe quel qu'il soit. L'Ontario a participé au financement de deux centres de mise au point de la micro-électronique qui, outre la recherche, fourniront une capacité de fabrication au marché des microplaquettes sur mesure. Les gouvernements provinciaux, notamment celui de la Colombie-Britannique et celui de l'Alberta, assurent aussi un certain financement. Le gouvernement fédéral a appuyé la mise sur pied d'un certain nombre de centres de micro-électronique universitaires, principalement dans le but de venir en aide à l'industrie dans le domaine des applications. Le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie est en voie d'établir un réseau national de centres de conception, dans un certain nombre d'universités, afin de mettre au point des circuits intégrés sur très grande échelle. C'est dans la région d'Ottawa que se situe le foyer de l'industrie de la micro- électronique au Canada. Plus de 300 sociétés s'y adonnent à la recherche, à la mise au point et à la fabrication dans les secteurs des ordinateurs, des appareils de communication, de la commutation, des communications par satellites, de la transmission des données et de la mise au point de logiciels, y compris le logiciel sur mesure, les systèmes d'apprentissage assistés par ordinateur, la conception et la fabrication assistés par ordinateur ainsi que le développement commercial de Telidon, le protocole de vidéotex mis au point par le gouvernement fédéral qui doit permettre aux foyers et aux entreprises d'obtenir de l'information alpha-numérique et graphique par l'entremise des systèmes actuels tels que le téléphone et la télédistribution. On retrouve aussi dans la région d'Ottawa plusieurs sociétés oeuvrant dans le domaine de la biotechnologie et de l'optique au laser.

L'intelligence artificielle est une des dimensions de la technologie informatique auxquelles on a accordé beaucoup d'attention ces dernières années.[7] Cette technologie a des applications dans deux domaines impor-

tants: la robotique et l'ordinateur « de cinquième génération ». On croit que la robotique intelligente jouera un rôle important dans les usines de l'avenir; il s'agira en effet de l'un des domaines d'étude du nouveau centre national de recherche du CNRC établi à Winnipeg et qui se consacre à la technologie de la fabrication et de la production. Le Japon a annoncé qu'il s'était fixé comme objectif la mise au point d'un ordinateur intelligent au cours des années 90.[8] Certains experts de l'informatique nord-américains sont alarmés, d'autres sceptiques, tandis que d'autres encore soutiennent que si les chercheurs japonais n'arrivaient à atteindre même qu'à demi leurs objectifs, ils auraient quand même réussi une percée importante vers la domination mondiale dans ce domaine.

Le fait qu'il y ait maintenant onze ans que le premier satellite de communications intérieures géostationnaire canadien ait été mis en orbite au dessus de l'équateur témoigne des réalisations du Canada dans le domaine des télécommunications et, à vrai dire, de son importance pour le Canada. Il y a maintenant dix ans que le premier réseau au monde de transmission numérique des données à l'échelle du continent est entré en service au Canada.

Le travail dans ces domaines demeurera d'une importance décisive pour les Canadiens. Toutefois, l'avenir réside dans l'application de ces nouvelles technologies aux industries traditionnelles canadiennes fondées sur les ressources. Le marché intérieur pour les nouveaux systèmes, techniques, machines et matériel ainsi que pour les nouveaux processus et les nouveaux produits est énorme et les possibilités d'exportation immenses.

L'opto-électronique

Il faut acheminer d'un endroit à l'autre l'information, les données, les zéros et les uns. Si la distance est longue, on les convertira en micro-ondes avant de les envoyer par satellite à la ville voisine ou de l'autre côté de l'océan. Mais si le chemin à parcourir se trouve tout entier au sein du même ordinateur ou ne va qu'au bureau voisin ou à l'autre bout de la ville, on pourra les convertir en lumière et les transmettre au moyen d'une fibre optique.

Ces dernières années, on a mis au point et domestiqué des nouvelles méthodes de produire de transmettre et de détecter la lumière au profit de la science et de l'industrie. La lumière visible occupe le spectre électromagnétique des longueurs d'ondes allant d'environ 70 nanomètres (rouge) à 350 nanomètres (violet). Les appareils opto-électroniques fonctionnent à des longeurs d'ondes allant d'environ un millimètre (infrarouge) à 10 nanomètres (ultraviolet).

Les diodes électroluminescentes (DEL) sont de petits appareils à semi-conducteurs qui émettent de la lumière en diverses couleurs et en infrarouge. Ils consomment très peu d'énergie, durant plus de 50 ans et peuvent être mis sous tension ou hors tension en quelques nanosecondes.

Les cellules photo-électriques sont des appareils à semi-conducteurs qui convertissent la lumière en électricité. On les utilise dans les systèmes de communication, dans la mesure, dans la calibration, dans la photographie et dans la production d'électricité à partir du soleil.

Le laser (amplification de la lumière par l'émission stimulée de radiation) émet une lumière d'une unique longueur d'ondes (couleur) que l'on qualifie de cohérente.[9] La lumière ordinaire comprend toute une gamme de longueurs d'ondes et on les dit incohérentes. La lumière cohérente offre certaines caractéristiques utiles. Ses ondes sont réparties également et leur fréquence est constante. Cette unique fréquence permet une focalisation très précise et la production de températures élevées. Il n'y a pas de diffusion sur les grandes distances. Les lasers peuvent être à gaz ou solides, utiliser des cristaux ou des semi-conducteurs. Ils peuvent être alimentés électriquement ou chimiquement et peuvent être à impulsions ou à ondes entretenues.

Les fibres optiques peuvent être faites de verre ou de plastique. Elles peuvent être très petites, du diamètre d'un cheveu humain, et regroupées en paquets ou utilisées individuellement. Elles acheminent la lumière en ligne droite ou en courbe, sur de longues distances avec très peu de perte de lumière.

L'optique intégrée comprend toute une gamme d'autres appareils tels que des modulateurs, des commutateurs magnéto-optiques, des analyseurs électro-optiques, des guides d'ondes, des miroirs, des lentilles, des prismes, des dissecteurs de faisceaux et des polarisateurs.

Bell Canada, en collaboration avec Northern Telecom Canada et Bell Northern Research a été, ces dernières années, à la fine pointe de la recherche, de la conception et de l'application des systèmes optiques.[10] Les systèmes à fibre optique sont devenus de plus en plus importants pour de nombreuses raisons. Leur largeur de bande plus étendue, par rapport au système

traditionnel à fils de cuivre, leur permet de transmettre plus d'information par unité de temps, y compris la transmission simultanée de données, de la voix et d'images télévisées. Dans les systèmes actuels, on peut transmettre les signaux sur une distance de 20 kilomètres sans régénération tandis que les systèmes à fils de cuivre ne permettent qu'une transmission de un à deux kilomètres. D'ici 1984, les systèmes optiques permettront une transmission de 50 kilomètres. Les fibres de verre fabriquées de silice, le principal élément du sable, alliées à d'autre progrès par rapport à un réseau de manipulation des données classique, pourrait procurer une réduction de l'ordre de 30 p. 100 du coût du matériel, de l'installation et du fonctionnement pour les câbles de jonction inter-centraux.

La biotechnologie

Toute discussion au sujet de la biotechnologie se heurte tout d'abord à la définition de ce champ d'activité. Cette difficulté provient en partie du fait que certaines activités biotechnologiques constituent un prolongement des activités traditionnelles telles que le conditionnement de la nourriture à l'aide de techniques de fermentation qui remontent à des centaines ou à des milliers d'années. Dans son rapport intitulé *Biotechnology: International Trends and Perspectives*, publié en 1982, l'organisation pour la coopération et le développement économique a donné la définition suivante après avoir examiné de nombreuses définitions proposées récemment:

> « l'application des principes de la science et du génie au conditionnement de matériaux par des agents biologiques afin de procurer des biens et des services. »

La biotechnologie relève d'une approche multidisciplinaire du développement.[11] Le génie chimique et biologique, la microbiologie, la génétique appliquée, la biologie moléculaire, la biochimie, la toxicologie, la biostatistique, la chimie forestière et alimentaire, la physiologie et la parasitologie constituent toutes ensembles la base scientifique interdisciplinaire qui a favorisé la récente accélération des progrès dans ce domaine. Il est toutefois juste de remarquer que le plus grand intérêt se porte actuellement sur les nouvelles applications des techniques de recombinaison de l'ADN.

Plusieurs produits que l'on peut ou que l'on pourrait récupérer du métabolisme des micro-organismes sont utiles. Aujourd'hui, on modifie couramment le matériel génétique des bactéries ou d'autres organismes afin de créer un certain produit. C'est souvent la seule façon d'obtenir ce produit. Voici comment opère cette technique. Les plasmides, des structures composantes de l'ADN en forme d'anneaux, sont identifiés au sein de la cellule. Des enzymes, qualifiées d'enzymes de restriction, sont introduites afin de couper les plasmides à des endroits précis prédéterminés, ce qui permet de retirer une partie du matériel génétique, que l'on met au rebut. On introduit ensuite un nouveau matériel génétique et, à l'aide d'autres enzymes, soit les ligases, rattachées aux plasmides originaux, on referme l'anneau. L'ADN est maintenant « recombiné ». Les bactéries ont acquis l'aptitude à produire la substance ou le produit désiré.[12]

Les gènes ainsi introduits dans le plasmide peuvent avoir été produits de manière synthétique, à partir de chaînes de protéines assemblées par une « machine à gènes », commandée par ordinateur. Une autre méthode de synthèse génétique comporte l'identification d'une séquence naturelle par spectroscopie; on la modifie ensuite de manière qu'elle ressemble, par exemple, aux gènes humains produisant l'hormone de croissance. Dans ce cas, le produit bactérien serait une hormone de croissance humaine synthétique.

Dans le domaine de la biotechnologie, on s'adonne actuellement à des recherches fondamentales en génie génétique, sur les enzymes, sur la fermentation, sur les techniques de fusion cellulaire, sur la physiologie microbienne, en biochimie et sur la biomasse. Il reste beaucoup de travail à effectuer en ce qui a trait à l'assistance technico-commerciale, tant pour la production de bio-agents que pour les applications industrielles.

Bien que l'on ait qualifié l'activité canadienne en ce domaine « d'extrêmement restreinte », certaines réalisations méritent d'être mentionnées. Le Centre canadien de la technologie des minéraux et de l'énergie (CANMET) du ministère de l'Énergie, Mines et Ressources a mis au point une technique d'extraction de l'uranium des minerais renfermant du fer au moyen de lixiviation bactérienne. On utilise normalement l'acide sulfurique pour extraire par lixiviation l'uranium du minerai mais la technique devient inefficace lorsqu'on est en présence d'oxide ferreux soluble. Le CANMET a cependant identifié une lignée de bactéries qui convertit l'oxyde ferreux en oxyde ferrique insoluble à la fois rapidement et à peu de frais, permettant ainsi de passer au mode de lixiviation classique.[13] Des techniques analogues sont actuellement utilisées (ou à être mises au point) pour extraire le cuivre, le nickel, le zinc et d'autres métaux.

Les chercheurs du Conseil national de recherches du Canada ont réussi il y a trois ans le clonage de bactéries modifiées génétiquement capables de produire de la proinsuline humaine synthétique, qui sert au corps à produire de l'insuline. Auparavant, les diabétiques canadiens devaient compter sur l'insuline animale extraite de 2,5 millions de livres de pancréas de porcs, de moutons et de boeufs par année et compter avec les effets secondaires provoqués par les différences chimiques entre l'insuline animale et l'insuline humaine.[14] Récemment, des travailleurs du Laboratoire de génétique moléculaire du CNRC ont réussi à produire de la proinsuline à l'aide de levure; on n'a pas encore tout à fait perfectionné cependant la production commerciale de cette hormone à l'aide de cette technique.[15]

L'immense industrie des pâtes et papiers canadienne offre un champ d'application privilégié aux méthodes biotechnologiques. Plusieurs des étapes de la transformation de cellulose ligneuse en papier sont très énergivores, polluantes, ou les deux. On peut améliorer l'efficacité et la rentabilité des travaux, du dépouillement de l'écorce au traitement des eaux usées, en recourant à des techniques biotechnologiques.[16] Compte tenu de la concurrence en provenance à la fois du tiers monde et des pays développés, c'est peut-être la survie même de l'industrie canadienne qui est en jeu. L'extraction du pétrole à l'aide de techniques microbiennes est un autre domaine de mise au point intensive.[17]

Cette année, le gouvernement fédéral a annoncé qu'il fournirait 65 millions de dollars pour la mise sur pied d'un important centre de biotechnologie à Montréal et d'une installation de phytogénétique à Saskatoon. Des fonds supplémentaires ont été engagés aux fins d'un programme national de biotechnologie. Il s'agit d'une technologie qui a de grandes affinités avec d'importants secteurs de l'économie canadienne y compris l'agriculture, la silviculture, les carburants, les soins de santé, l'extraction minière, le contrôle de la pollution ainsi que le recyclage et le traitement des déchets. Elle a la possibilité de révolutionner certains secteurs de notre économie. Par ailleurs, les perspectives de longue durée dépassent notre capacité de prévoir.

La technique des matériaux

Depuis de nombreuses années, les matériaux, et en particulier les métaux, les plastiques et la céramique constituent un champ de prédilection pour le développement technologique. L'accélération de la recherche de nouveaux matériaux et de nouvelles applications répond à des impératifs économiques et stratégiques. Aux États-Unis, on s'applique à trouver de nouveaux alliages pour remplacer les métaux stratégiquement importants. On trouve de nouvelles façons d'allier le nickel, l'aluminium et le titanium en vue de remplacer le cobalt, le tantale et le colombium. Le Japon, qui dépend des importations pour satisfaire nombre de ses besoins, cherche à remplacer le cobalt, le vanadium et le chrome par la céramique[18] tout comme il cherche à mettre au point des substituts biochimiques pour les produits traditionnels à base de pétrole.

La résistance opposée par les sociétés aériennes et les responsables de la défense aux nouveaux matériaux pour les cellules des avions n'a pas empêché les ingénieurs de l'Allemagne de l'Ouest de poursuivre leurs recherches de longue durée dans ce domaine. Ils croient que 70 p. 100 à 80 p. 100 des composants secondaires de la prochaine génération d'avions seront faits de fibres de carbone, y compris 70 p. 100 des pièces des ailes et de l'empennage, ce qui permettra une réduction de 20 p. 100 du poids des ailes et de 15 p. 100 à 18 p. 100 du poids de l'empennage.[19]

Les industries de base n'échappent pas aux pressions de la modernisation. En Allemagne de l'Ouest, on a introduit la méthode de production de l'acier à l'aide de « la réduction au charbon ». Les nouvelles méthodes, qui permettent de se passer des cokeries et des hauts fourneaux si dispendieux, imposent des frais d'immobilisation moins élevés et peuvent être appliquées dans des usines plus petites que celles qu'exigeaient les anciennes méthodes. A la réduction des coûts de 15 $ à 20 $ É-U. pour le fer en gueuse s'ajoute le recyclage ou la vente du gaz de houille, un sous-produit volumineux.[20]

Le matériau vedette des années 80 est la céramique. La silice et l'azote, les principaux composants du sable et de l'air, lorsque raffinés et combinés à des additifs et à des liants, peuvent être moulés par injection grâce à des techniques empruntées à l'industrie des plastiques. Une fois chauffée, la céramique devient extrêmement dure et résistante à l'usure.

On utilise déjà des revêtements en céramique pour des paliers de grande résistance dans les moteurs diesel. On utilise des transducteurs en céramique dans les radars ultrasoniques pour les systèmes anti-sous-marins. Les hélices de turbines en superalliages à des fins maritimes se vendent actuellement de 250 $ à 300 $ la paire. Les aubes en carbure de silicium peuvent abaisser ces coûts à 5 $ ou 10 $.[21]

L'objectif ultime d'une bonne part de la recherche-développement en matière de céramique est la produc-

tion de moteurs automobiles composés surtout de céramique, ce qui permettrait des températures de fonctionnement plus élevées, peut-être même sans système de refroidissement. Après des décennies de recherche, des petites turbines à grande efficacité pour les automobiles pourraient devenir réalité. La capacité de mouler avec une grande précision des pièces auparavant usinées pourrait réduire le besoin de nouveaux robots (et de nouveaux travailleurs) pour le pliage, le perçage et la soudure.

Au Canada, on s'est intéressé surtout à la métallurgie, principalement en rapport avec les industries hydro- électrique, nucléaire et aérospatiale. Les secteurs de l'économie à domination étrangère ont, dans l'ensemble, contribué très peu à la recherche sur les matériaux. Les techniques de fabrication du plastique au Canada dépendent dans une grande mesure des producteurs de résine et des fabricants de machinerie européens et américains.[22]

Conclusion: où allons-nous?

A mesure que nous approfondissons nos connaissances du monde de l'atome, que nous apprenons à maîtriser davantage le spectre électromagnétique et que nous soulevons le voile d'émerveillement qui entoure la vie elle-même, il importe de temps à autre de prendre un certain recul et de se demander ce que nous faisons et pourquoi. Il s'avère que nous apprenons tout simplement à comprendre mieux l'univers qui nous entoure et à l'asservir. Les êtres humains sont dotés d'une curiosité sans limite et, dans l'ensemble, nous avons tendance à améliorer l'environnement dans lequel nous vivons.

Notre fascination face aux nouvelles technologies n'est que la manifestation actuelle de ce processus et, en tant que Canadiens, nous avons naturellement notre propre perspective à cet égard. Mais, en fin de compte, il peut s'avérer que les technologies constituent la ressource la plus importante. Voilà pourquoi elles nous importent.

Thomas Masters

Notes

1. Conseil des sciences du Canada, Rapport 21, *Stratégies pour le développement de l'industrie canadienne de l'informatique*, Ottawa, 1973.
2. Conseil des sciences du Canada, Rapport 33, *Préparons la société informatisée: demain, il sera trop tard*, Ottawa, 1982.
3. Conseil national de recherches du Canada, Revue Dimension Science, 1983/3, *Conducting Crystals*, Ottawa, 1983, p. 18.
4. Science (Journal of the American Association for the Advancement of Science), le 27 mai 1983, *Nanocomputers from Organic Molecules?, Washington, 1983, p. 940.*
5. Aviation Week and Space Technology, le 23 mai 1983, *Navy Studies Photon Echo Memory Use*, 1983, p. 102.
6. Business Week, le 23 mai 1983, *Chipmakers Pool their Research to Stay Competitive*, p. 84.
7. Conseil des sciences du Canada, *Atelier sur l'intelligence artificielle, compte rendu*, 83/I, 1983.
8. Fortune Magazine, le 10 avril 1982, *Here Comes Computer Inc.*, 1982.
9. Schneider, Herman, *Laser Light*, McGraw Hill, New York, 1978.
10. Bell Canada, *Fibre Optics Backgrounder*, annexe à un communiqué de presse, le 14 juin 1983, Ottawa.
11. Canada, Ministère d'État chargé des Sciences et de la Technologie, *Biotechnologie: un plan de développement pour le Canada*, Ottawa, 1981.
12. Science Digest, mars 1983, *The Union of Gene and Genius*, Isacc Asimov, p. 66.
13. Canada, Energie, Mines et Ressources, *Finding Out About Metals*, p. 4.
14. Munroe, Maragaret, *Cloned Insulin, a Multi-Million Dollar Find*, The Citizen, le 9 avril 1980, p. 1.
15. Conseil national de recherches du Canada, Revue Dimension Science, *Capsules Yeast Insulin*, 1983/3, p.6.
16. Canada, Ministère d'État chargé des Sciences et de la Technologie, *Biotechnologie: un plan de développement pour le Canada*, Ottawa, 1981.
17. Zajic, J.E. et al., *Microbial Enhanced Oil Recovery*, Penn Well Books, Tulsa, Oklahoma, 1983.

18. Fortune Magazine, le 25 juillet 1983, *The Amazing Ceramic Engine Draws Closer*, John W. Dizard.

19. Aviation Week & Space Technology, le 18 avril 1983, p. 163.

20. Fortune Magazine, le 10 avril 1982, *A German Maverick Pioneers in Steel*.

21. Fortune Magazine, le 25 juillet 1983, *The Amazing Ceramic Engine Draws Closer*, John W. Dizard.

22. Canada, Industrie et Commerce, *L'industrie canadienne de transformation des plastiques: document de travail*, 1978.

Bibliographie

1. Bull, Alant T. et al., *Biotechnology: International Trends and Perspectives*, O.C.D.E., Paris, 1982.

2. Canada, Ministère d'État chargé des Sciences et de la Technologie, *Biotechnologie: un plan de développement pour le Canada*, Ottawa, 1981.

3. Canada, Ministère d'Etat chargé des Sciences et de la Technologie, *Activités scientifiques fédérales 1982/1983*, Ottawa, 1982.

4. Canada, Conseil des sciences du Canada, Rapport 33, *Préparons la société informatisée: demain, il sera trop tard*, Ottawa, 1982.

5. Canada, Conseil des sciences du Canada, Rapport 21, *Stratégies pour le développement de l'industrie canadienne de l'informatique*, Ottawa, 1973.

6. Canan, James, *War in Space*, Harper and Row, New York, 1982.

7. Hudson, Kenneth et Pettifer, Julian, *Diamonds in the Sky*, Bodley Head et la British Broadcasting Corporation, 1979.

8. Karp, Laurence E., *Genetic Engineering: Threat or Promise?*, Nelson-Hall Inc., Chicago, 1976.

9. Lyman, Peter, *Canada's Video Revolution: Pay-TV, Home Video and Beyond*, Institut canadien de politique économique, Industrial Strategy Series, James Lorimer & Company, Toronto, 1983.

10. Marsh, Ken, *The Way the New Technology Works*, Simon and Schuster, New York, 1982.

11. Schneider, Herman, *Laser Light*, McGraw Hill, New York, 1978.

12. Zajic, J.E. et al., *Microbial Enhanced Oil Recovery*, Penn Well Books, Tulsa, Oklahoma, 1983.

LA TECHNOLOGIE, LES MARCHÉS DU TRAVAIL ET L'ÉCONOMIE

Gâtés par plus d'un siècle de progrès, la très grande majorité des Canadiens s'attendent que demain soit meilleur qu'aujourd'hui. Les progrès ont été particulièrement importants dans l'après-guerre. Et pourtant, aujourd'hui, le niveau considérable du chômage et la perspective d'une détérioration de la conjoncture par suite d'événements politiques ou autres ont fait naître un peu partout le sentiment qu'un avenir plus prospère n'est plus une certitude, voire qu'il est peut-être impossible. En 1982, percevant une réduction des perspectives économiques à court terme, les Canadiens, inspirés par la prudence, ont consacré à l'épargne une plus forte proportion de leurs revenus. Entretemps, les nouvelles quotidiennes nous apprennent que la microplaquette électronique fera bientôt toutes les opérations bancaires, tout le travail de dactylographie et une bonne part du travail de rédaction et des recherches dans des textes juridiques; on prévoit également que la microplaquette montrera à des machines d'abord comment souder puis comment monter toutes les automobiles. Et souvent, les dépêches laissent entendre que nos emplois sont compromis. Pas surprenant qu'il y ait tant de gens qui s'inquiètent de leur avenir et de celui de leurs enfants.

Les événements que nous vivons font clairement ressortir la nécessité d'un changement de la perspective économique globale des Canadiens. Comme la plupart des autres peuples, nous donnons chaque jour la preuve que nous sommes disposés à accepter les changements qui amélioreront notre sort. Mais les transformations radicales de nos relations économiques, comme ce que nous produisons et à qui nous vendons, se heurteront vraisemblablement à une résistance bien orchestrée. Néanmoins, les Canadiens ont déjà commencé à s'adapter à l'évolution du climat mondial. Une caractéristique dominante de la seconde moitié de notre siècle a été l'interdépendance de plus en plus poussée de l'économie mondiale par le commerce, les flux de capitaux, les voyages, les communications et la transmission de l'information. Les Canadiens ont participé de bon gré à cette ouverture de leur économie aux influences étrangères. Alors que seulement environ 20 p. 100 de notre production de biens et de services se vendait à des étrangers au début des années 50, cette proportion a été, typiquement, voisine de 30 p. 100 ces dernières années. De même, la part des besoins de l'économie qui est satisfaite par les importations s'est accrue.

Bien que nos exportateurs aient eu à faire face de plus en plus à des contingents et à d'autres restrictions quantitatives à l'étranger ces dernières années, tout comme le Canada a imposé de nouvelles restrictions, il n'y a pas grand-chose qui permette de croire qu'il y aura une érosion prochaine de cette interdépendance économique; même que le contraire est plus vraisemblable. Le GATT et les entreprises transnationales, qui sont l'assiette institutionnelle des mécanismes économiques de l'après-guerre, ne disparaîtront pas. De façon plus générale, la nécessité de maintenir l'interdépendance vient de la conviction presque universelle de ce que la coopération économique internationale est à la base même de l'amélioration du bien-être. Si le Canada fermait les yeux à cette réalité - et c'est très peu probable - ce serait pour lui la débandade. Le problème, c'est que, dans le climat institutionnel actuel, le principe fondamental du commerce demeurera la production au moindre coût, de sorte qu'il faudra demeurer compétitif.

Le Canada est-il, aujourd'hui, généralement compétitif ou non? La question est discutable. Le rendement exceptionnel qu'il a connu au niveau des échanges et des paiements internationaux l'an dernier s'explique en partie par la chute de la demande intérieure, mais traduit également l'amélioration de sa position concurrentielle du fait de la dépréciation de la monnaie canadienne par rapport à celle de son principal partenaire commercial des dernières années. Quoi que nous pensions de l'état actuel des choses, il est clair que le jeu de la concurrence changera. Les effets sur la productivité de la déréglementation aux États-Unis ne seront pas confinés à l'industrie des transports, mais déborderont vraisemblablement les industries de fabrication et dans les autres secteurs de cette économie. Et on continuera, pour un certain temps, à voir poindre des fabricants hautement productifs dans la bordure du Pacifique.

S'il ne réussit pas à emboîter le pas des tendances de coût parmi nos concurrents, le Canada devra en subir des conséquences négatives importantes. Nous estimons, par exemple, que chaque point ajouté à la variation annuelle des coûts unitaires de main-d'œuvre dans les industries de fabrication au-delà de ce qui permet de rester compétitif aura fait perdre 100 000 emplois dans dix ans. Pareille augmentation des coûts unitaires de main-d'œuvre entraîne également des accroissements annuels de l'inflation de près de 1 p.

100, une augmentation considérable de notre déficit au compte courant et une réduction des revenus.

Puisque les variations des coûts unitaires de main-d'œuvre sont l'effet réuni du changement des taux salariaux et des gains de productivité, il est possible de maintenir la compétitivité en ralentissant l'augmentation des taux salariaux ou en augmentant les gains de productivité. Si nous acceptons le point de vue selon lequel nous ne sommes pas à l'heure actuelle compétitifs, ou que les coûts changeront probablement rapidement d'ici quelques années chez nos principaux partenaires commerciaux, alors nous devons accepter des réductions de salaires, trouver un moyen de relever sensiblement notre productivité, ou accepter les conséquences néfastes évoquées plus haut. L'amélioration de la productivité nous apparaît comme la solution la plus acceptable à court terme. Et, à long terme, si nous voulons accroître les revenus réels, il faut améliorer la productivité.

Les variations de productivité - ou de production par travailleur - viennent de l'accroissement de la demande collective, des changements de capital par salarié, de l'adoption de nouvelles pratiques de gestion, de l'amélioration de la qualité de la main-d'œuvre par l'instruction et la formation, de l'élaboration d'économies d'échelle, de la spécialisation et, pour l'ensemble de l'économie, de variations de la composition industrielle de la production et de l'emploi. Ainsi, il y a des facteurs autres que la technologie qui peuvent expliquer le changement de productivité. Mais l'innovation technologique transforme la qualité du capital et exige souvent des changements d'organisation de la production. Par conséquent, les variations de productivité sont une fonction importante du changement technologique.

Tous ces facteurs peuvent être causes de bouleversements, voire de pertes d'emploi importantes. Avec les machines de traitement de textes, notre bureau a besoin de moins de monde pour produire un volume donné de texte. Il ne fait pas de doute non plus que l'arrivée de la robotique dans l'industrie automobile éliminera de nombreux emplois. Mais le point important, c'est qu'il faut comparer ces effets avec le danger de pertes d'emploi auquel on s'expose en refusant d'adopter des processus plus productifs. Nous devons également nous demander si l'amélioration de la productivité est créatrice d'emplois.

L'effet du changement technologique sur l'emploi

On n'a pas fini de débattre les effets du changement technologique sur l'emploi. Nous cherchons à évaluer ici certaines des questions et à examiner certains des arguments courants sur ce que l'avenir nous réserve.

La plupart de ceux qui observent l'état actuel de l'économie canadienne soutiennent que sa croissance exigera l'augmentation et de la productivité et de l'emploi. Si, comme le prétend la majorité, la croissance annuelle de l'économie se chiffre en moyenne à 3 ou 4 p. 100, dans les dix années suivant 1982, nous estimons que, en 1992, l'emploi dépassera de 2 millions d'emplois la situation de 1982 et que la productivité de la main-d'œuvre sera de 18 p. 100 plus élevée en 1992 qu'en 1982.

Le fait de prétendre que jusqu'à 2 millions d'emplois pourraient se perdre dans la décennie qui vient, à cause de l'introduction de la technologie nouvelle, repose sur l'opinion que la croissance de rendement de 3 ou 4 p. 100 se fera seulement par des gains de productivié, c'est-à-dire sans augmentation de l'emploi et une amélioration cumulative de la productivité autour de 40 p. 100. Mais une opinion mieux fondée permet d'admettre que la croissance plus rapide de la productivité entrainerait une croissance plus rapide et plus concurrentielle de l'économie qui, à son tour, aurait comme conséquence une augmentation plus grande de l'emploi que celle envisagée par la majorité. A court terme, il est certain que des emplois seront perdus à cause de l'introduction de la technologie mais on s'entend unanimement pour dire que les hausses de productivité ont, à moyen et à long terme, un effet positif sur la croissance de l'économie et sur celle de l'emploi.

Evidemment, on ne s'entend pas sur les données précises mais le tableau I fournit un guide empirique généralement acceptable des liens entre la croissance économique, la productivité et les gains d'emploi qui devraient dominer la période 1983-1992, si la reprise est suivie d'une croissance constante. Lors d'une période de reprise, plus de la moitié de la croissance économique provient des gains de productivité; à long terme, la croissance de l'emploi sera responsable de la majeure partie de la croissance générale. Au cours des dix années, nous croyons que les hausses de productivité et celles de l'emploi seront chacune responsable de la moitié des gains de croissance économique.

La question importante, c'est de savoir s'il y a moyen de répartir les avantages des gains de productivité pour compenser les pertes d'emploi directes. Il y a plusieurs possibilités.

Tableau I

Scénarios du rendement, de la productivité et de l'emploi
1983-1992

	Croissance de rendement	Accroissement de la productivité	Croissance de l'emploi
	(changement du pourcentage annuel moyen)		
Reprise et croissance faibles	0 – 3	,25 – 1,5	,25 – 1,5
Reprise et croissance modérées	3 – 4	1,5 – 2	1,5 – 2
Reprise et croissance fortes	4 – 6	2 – 3	2 – 3

Tout d'abord, si le gain de productivité découle d'une accélération de la technologie, il y aura de plus grands investissements pour la mise en œuvre de la technologie nouvelle. L'effet direct sur l'emploi variera selon que la technologie nouvelle est produite au Canada ou à l'étranger et selon qu'elle remplace ou non une technologie provenant jusque-là du Canada même. Dans l'ensemble, nous croyons que cela créerait des emplois, dont le nombre dépendrait de la technologie particulière et des pratiques d'achat de l'organisation qui l'introduira.

En second lieu, pour accélérer le changement technologique, on aura probablement une augmentation des dépenses du secteur public en recherche-développement et en éducation. Il s'agirait d'établir une base formelle pour faciliter l'adoption technique initiale de la technologie nouvelle et le recyclage des travailleurs d'une spécialité, d'une industrie ou d'une région à une autre. La dépense supplémentaire créerait des emplois.

En troisième lieu, l'augmentation de productivité amène nécessairement une augmentation de la production pour la même quantité d'intrants. L'avantage supplémentaire peut être distribué entre plusieurs bénéficiaires - par exemple, sous forme d'augmentation des salaires réels pour les salariés, de réduction générale des prix, d'augmentation des profits des investisseurs et d'augmentation des recettes des gouvernements. L'accroissement du revenu devrait provoquer un accroissement de consommation chez les ménages, d'investissement par les entreprises et de dépenses publiques pour soutenir une économie élargie. Toutes ces nouvelles dépenses créeraient de nouveaux emplois.

En quatrième lieu, si le gain de productivité n'intervient qu'au Canada seulement, les coûts de production tomberont et notre compétitivité s'améliorera. Si le gain de productivité est mondial, les exportations augmenteront du fait de l'expansion de l'économie mondiale. Beaucoup soutiennent que dans les deux cas la capacité d'exporter des biens de meilleure qualité vers des régions auparavant inaccessibles présente des avantages non liés aux prix.

Enfin, d'aucuns soutiennent qu'un fort préjugé protechnologique crée un « climat » que les investisseurs jugent intéressant et que leur activité accrue stimule la demande et, par conséquent, la croissance.

Les deux grandes incertitudes qui subsistent au sujet des effets de l'accroissement de productivité sont la façon dont les gains sont répartis et l'existence ou l'inexistence d'avantages compétitifs non liés au prix. Si l'on introduisait une technologie nouvelle dans une industrie hautement compétitive, toute augmentation de productivité profiterait surtout aux ménages, du fait de l'augmentation des salaires et d'une réduction des prix, dont l'effet combiné augmenterait les revenus disponibles au profit d'une plus grande consommation. Dans une industrie monopolisée, les autres travailleurs recevraient une partie du gain sous forme d'augmentation de salaires, mais une bonne proportion irait aux bénéfices des sociétés, dont une partie reviendrait aux gouvernements sous forme d'impôts. La plupart des analystes estiment que les avantages globaux sont moindres lorsque le partage favorise les entreprises et le gouvernement. Pour nos fins, nous supposons que la balance penche légèrement du côté des entreprises et que la part des bénéfices des entreprises dans le revenu national augmente légèrement. Notre approche est conservatrice, car elle suppose une croissance plus faible de la production que si l'on accorde l'avantage supplémentaire aux ménages, puis à leur consommation.

Pour estimer l'importance à long terme de l'emploi et les autres effets économiques globaux sur l'économie canadienne, nous avons utilisé notre modèle national de l'économie pour simuler un scénario d'accélération de l'avènement de la technologie. Pour ce, nous avons supposé que les programmes de dépenses publiques déclenchent de nouveaux investissements privés qui accélèrent l'avènement de la technologie. Par conséquent, la productivité du travail croît d'encore 0,75 p. 100 par an dans les industries de fabrication et de 0,3 p. 100 dans les services financiers, les communications et les services commerciaux. La croissance globale de la productivité du travail est de 0,25 p. 100 chaque année.

Cela revient à réduire directement l'emploi au cours de la période 1984-2000 selon les paramètres indiqués au tableau II.

Tableau II

Effet sur l'emploi d'une croissance annuelle de 0,25 p. 100 de la productivité du travail, 1984-2000

	Total	Industries de fabrication
	(en milliers d'années-personnes)	
1984	– 4	– 3
1988	– 74	– 48
1993	– 208	– 132
2000	– 399	– 239

Parce que l'avènement de la technologie ne s'accélère pas du simple fait que les gens le souhaitent, nous avons supposé que les gouvernements mettent des capitaux de 1,3 milliard de dollars à la disposition des entreprises au cours de la période 1984-1988, précipitant une augmentation totale de 4 milliards de dollars des investissements commerciaux sur cette période pour couvrir les coûts d'installation des nouvelles machines et des nouveaux processus. Ces estimations supposent que les nouveaux capitaux requis ne représentent qu'un tiers de ce qu'il fallait jadis pour assurer la même production. Mais comme cela représente une augmentation des dépenses d'immobilisation, on estime que cela crée 20 000 années- personnes supplémentaires d'emploi sur la période quinquennale allant de 1984 à 1988.

Dans l'analyse des effets sur l'emploi, nous avons également supposé que l'avènement de la technologie ne présente pas d'avantages commerciaux autres que ceux qui découlent de la compétitivité des prix. Nos calculs sous-estiment peut-être bien les effets de création d'emploi, puisque d'autres ont soutenu que les avantages non liés au prix rapporteraient encore 25 p. 100 plus de nouveaux emplois que ne le permettent de croire nos hypothèses. (Voir J.D. Whitley et R.A. Wilson, « Quantifying the Employment Effects of Micro- Electronics », *Futures*, décembre 1982, pp. 486-495.) Les résultats de notre simulation amènent à conclure que les emplois perdus seraient facilement repris à la fin du siècle et que la plupart le seraient avant cela (tableau III).

Tableau III

Effets nets sur l'emploi et effets commerciaux non liés au prix, 1984-2000

	Sans les effets commerciaux non liés au prix	Avec les effets commerciaux non liés au prix
	(en milliers d'années-personnes)	
1984	4	6
1988	– 35	– 25
1993	– 62	– 26
2000	39	149

Nos hypothèses sont conservatrices, nous le savons, et nous jugeons qu'elles tendent à fausser les résultats, si bien que nos estimations des compensations de perte d'emploi sont probablement faibles. D'autres soutiennent que les compensations seront beaucoup plus grandes. Par exemple, les partisans d'une augmentation de la R-D soutiennent qu'il y a d'importants effets commerciaux non liés au prix, qui pourraient ajouter considérablement à nos estimations de l'effet net sur l'emploi (colonne 2, tableau III). En outre, certains sont convaincus que les technologies nouvelles amènent de nouveaux produits et de nouvelles industries qui n'existeraient pas autrement; ils croient qu'en mettant nettement l'accent sur la R-D on améliorerait le climat d'investissement et que, par conséquent, les dépenses globales d'investissement atteindraient des niveaux supérieurs et stimuleraient l'économie dans son ensemble. Nos résultats ne tiennent compte ni de l'un ni de l'autre de ces effets. Mais, encore une fois, comme ces propositions ne sont pas sans aucun fondement empirique, nous jugeons que nos estimations sont conservatrices.

Compte tenu de tous ces facteurs, nos résultats indiquent que la production de l'économie, les dépenses, et les revenus seraient plus considérables dès le départ (tableau IV). De même, les salariés en tant que

groupe, auraient des salaires réels plus élevés. Et, même en supposant que les politiques gouvernementales touchant la distribution des occasions et des revenus ne changent pas, nous estimons que les effets nets sur l'emploi sont faibles. Les politiques peuvent changer, cependant. Avec une assise économique plus large, il semble raisonnable de prévoir qu'on pourrait même orienter les politiques pour avoir des compensations d'emploi plus grandes que ce que ces résultats ne permettent de conclure, tout en permettant une amélioration des revenus.

Tableau IV

Effet marginal des techniques
de pointe sur certains indicateurs
1984-2000

	1984	1988	1993	2000
		(pour cent)		
PNB réel	0,2	0,5	1,4	3,4
Consommation	0,1	0,3	0,6	1,6
Investissement non résidentiel	1,0	0,8	0,6	0,9
Exportations	négl.	0,1	1,1	2,8
Importations	0,4	0,3	−0,8	−2,1
Emploi	négl.	−0,3	−0,5	0,3
Taux salarial ($C)	négl.	0,3	−0,4	−2,3
IPC	−0,1	−0,4	−1,4	−3,7
Revenu réel par habitant	0,1	0,4	0,7	1,9

L'avènement de la technologie comporte parfois, aux yeux de certains, un autre danger pour les emplois. Dans le cas des économies de capital, par exemple, on soutient que la microplaquette signifie que le capital dont nous avons besoin pour la production de demain exigera lui-même moins de matériaux, d'énergie et, partant, de main-d'œuvre que celui dont nous avons eu besoin dans le passé. Par exemple, la production d'un appareil de traitement de textes n'exige pas de grandes quantités d'acier ou de machines. Et, dans bien des cas, ce nouveau capital pourra susciter plus de production par dollar d'investissement que le capital du passé. Ces deux effets impliquent que la production de biens et de services de production (capital) requis pour répondre aux besoins d'investissement - et à la part canadienne de la demande d'investissement étranger - sera moindre qu'en l'absence de la microplaquette, et que la croissance de l'emploi dans l'économie s'en trouvera réduite.

Nous croyons en outre que l'estimation d'une réduction d'un tiers de la croissance de l'emploi est probablement extrêmement forte. On peut sans doute citer des cas où la production augmente de dix fois, voire davantage, avec la même dépense réelle pour la technologie nouvelle, mais nous croyons que le cas est rare. De fait, l'exemple souvent cité de l'appareil de traitement de textes est probablement mal choisi. Chez nous, l'appareil de traitement de textes dont nous avons besoin coûte 10 000 $, contre moins de 2 000 $ pour une machine à écrire électrique. Nous ne produisons pas cinq fois plus de texte fini par machine et nous présumons que, même s'il y a peut-être moins d'acier, la différence de coût de 8 000 $ reflète l'excédent de matières et de facteurs humains par rapport à ceux que l'on retrouve dans une machine à écrire. Dans ce cas au moins, il est vraisemblable que la nouvelle technologie crée des capitaux, plus qu'elle n'en fait épargner.

Encore une fois, le grand problème avec l'argument des économies de capital, c'est qu'il ne reconnaît pas les avantages compensatoires. Il ne faut pas oublier que le reste du monde, tout comme le Canada, adoptera la technologie nouvelle et accroîtra par conséquent sa productivité du travail et du capital. Presque certainement, l'activité économique mondiale augmentera. Dans les cinq sixièmes de la production canadienne qui ne sont pas affectés à la production de capital, on verra probablement augmenter les exportations vers l'économie mondiale plus vaste et (ou) les ventes aux Canadiens dont les revenus croîtront. Si cela fait augmenter la croissance de la production d'un maigre 0,25 p. 100 par an sur les dix prochaines années, il y aura plus de 200 000 nouveaux emplois pour compenser les 100 000 qui pourraient être perdus à cause des effets d'économies de capital.

Nous en concluons que les pertes d'emploi découlant des économies de capital ne sont pas tellement importantes. Il est cependant possible que nous nous retrouvions devant une vague de révolutions de la robotique, des télécommunications, des points de vente, du bureau, et d'autres, qui balaiera de nombreux emplois. L'accroissement de l'interdépendance globale de l'activité économique suppose que le rythme de l'évolution sera au moins aussi soutenu que par le passé récent. En outre, vu qu'une si grande part de l'activité économique suppose maintenant du traitement de l'information, et puisque certains des grands changements technologi-

ques ont une influence directe là-dessus, on peut s'attendre que les changements d'organisation et l'ampleur du changement, de façon générale, seront aussi considérables que ceux de la révolution industrielle et qu'on devra mettre autant de temps à les absorber.

Nos résultats conservateurs donnent à entendre, toutefois, que l'assise économique sera plus grande et que le recyclage des avantages-revenu pour les consommateurs, les investisseurs et les gouvernements amènera d'autres occasions d'emploi ailleurs dans l'économie. Bien que fondés sur un modèle des comportements passés, nos résultats sont valides pour l'avenir parce que, même si les alarmistes iront soutenir que l'avènement de la technologie prendra un rythme différent, cela ne prouve pas que les consommateurs, les investisseurs et les gouvernements seront plus réfractaires à l'idée de dépenser leurs revenus accrus qu'ils ne l'ont été dans le passé.

Notre analyse est compatible avec l'expérience plus longue qu'a connue le Canada. Au cours des cinquante dernières années, les périodes de forte croissance de l'emploi se sont accompagnées d'une forte croissance de la productivité, alors que les périodes de faible croissance de la productivité sont toujours corrélées avec un chômage élevé. Ainsi, nous devons commencer à penser à la façon de minimiser les problèmes de rajustement.

L'ajustement au changement

L'ampleur et le rythme possibles du changement interdisent l'optimisme quant aux effets de la technologie sur les marchés du travail, malgré leurs avantages à long terme. De grands bouleversements viendront frapper les salariés d'industries particulières et de certaines professions. Pour la majorité des gens, le rythme accéléré de changement suppose au moins un et peut-être plusieurs recyclages pendant leur vie de travail.

Nous jugeons majoritairement que les grandes innovations technologiques qui risquent d'avoir les plus grandes retombées pour les salariés actuels se produiront dans les domaines où la technologie est déjà adoptée chez les pays qui sont nos concurrents. La désorganisation des travailleurs pourrait être massive. Mais nous croyons que les autres solutions amèneraient des bouleversements encore plus grands, puisqu'on perdrait des emplois en raison de fermetures d'usines ou de l'utilisation de mécanismes de protection qui réduiraient les revenus réels de l'ensemble des ménages et, par conséquent, les emplois de ceux qui auraient pu fournir les biens et services de consommation supplémentaires. Cependant, il y aura des bouleversements; les paiements par le truchement de l'assurance-chômage par les employeurs, par les autres salariés (ayant désormais des salaires réels plus élevés), et sur les recettes générales du gouvernement à l'intention de ceux qui ont perdu leur emploi constituent-ils une compensation suffisante? C'est une question sociale et politique qui n'est pas tranchée et où les considérations particulières domineront toujours.

Dans le cas où les révolutions technologiques se sont déjà faites à l'étranger, il est possible de déterminer les zones de vulnérabilité, quoique, là encore, le danger n'est peut-être pas si grand, vu que l'industrie canadienne ne fait peut-être pas toujours face à une concurrence directe de fournisseurs étrangers, notamment dans une industrie de service hautement réglementée. Il est évidemment plus aléatoire de prédire la vulnérabilité de ceux qui pourraient subir les contrecoups des technologies qui sont en voie d'être adoptées ou que l'avenir nous réserve, et c'est se perdre en conjectures que de se livrer à des généralisations quant à la vulnérabilité de groupes sociaux entiers. Encore une fois, les considérations particulières dominent. Ce ne sont pas tous les cols-bleus ni toutes les femmes qui sont vulnérables; mais ce sont plutôt les hommes employés dans l'industrie des véhicules automobiles et les caissières dans les institutions financières. Et il n'y a pas de groupe social qui soit aussi exposé aux risques que présente la technologie que les familles agricoles l'ont été pendant une grande partie du siècle présent.

Selon notre propre conjecture, les jeunes et les autres qui cherchent à entrer sur le marché du travail seront les plus vulnérables si l'emploi ne croît pas au cours de la présente décennie. Car, même si de nombreux jeunes s'initient à l'informatique, leur connaissance de ce domaine est au mieux superficielle. Dans la recherche d'un emploi, leur formation ne sera vraisemblablement pas suffisante pour surmonter les avantages informels et formels de ceux qui ont déjà un emploi ou de l'expérience. En période de chute générale de la demande, l'effet de l'insuffisance d'expérience est exagéré, comme le reflètent les données actuelles sur l'emploi. A moins d'un extraordinaire coup de chance, ou d'une action concertée des gouvernements dans le monde entier, la plupart des économistes prédisent que la performance économique restera inférieure à son potentiel et que ce sont les jeunes qui souffriront le plus du ralentissement de la croissance économique. Et s'il y a une consolation possible pour ceux qui craignent le chômage technologique, elle doit se trouver dans la cer-

titude que l'investissement nécessaire pour introduire la technologie nouvelle comportera des risques et sera donc faible. L'investissement sera également faible parce que la main-d'œuvre aura à soutenir la concurrence de taux salariaux plus faibles pour minimiser les avantages de la technologie nouvelle. Ce n'est pas le compromis le plus heureux.

Plus fondamentalement, toute la question du changement technologique met en lumière la nécessité de restaurer le climat macro-économique. Dans une reprise vigoureuse, les emplois créés seraient considérablement plus nombreux que ceux que la technologie pourrait faire perdre. En outre, l'amélioration de la productivité découlant de l'emploi d'une grande proportion du million et plus de chômeurs dont la productivité est nulle devrait permettre une bonne part des économies nécessaires pour créer l'investissement porteur de la technologie nouvelle.

Par rapport au passé, nous sommes assez optimistes pour croire que la microplaquette et les autres changements technologiques récents ont joué un rôle important pour nous faire mieux connaître ce qui se passe et ce qu'il faut faire. C'est en partie pour cette raison que nous croyons que la solution à long terme, difficile à réaliser mais néanmoins la plus facile de toutes, qui consiste à susciter une croissance économique globale rapide avec l'avènement rapide de la technologie est à notre portée.

Mais, en dernier ressort, seul un climat économique vigoureux peut amener les augmentations soutenues de production, d'emploi et de revenu pour permettre de compenser ceux qui subissent les grands dérangements. Il faut décider d'aller de l'avant et de nous adapter rapidement aux changements technologiques si nous voulons répondre aux attentes à long terme des Canadiens, qui espèrent que demain sera meilleur qu'aujourd'hui.

Enfin, la technologie de la microplaquette et de nombreuses autres technologies modernes promettent de soutenir cet espoir d'élimination des disparités régionales qui caractérise le Canada. Car la plupart s'attendent que les technologies nouvelles réduiront la nécessité d'économies d'échelle et de concentration géographique pour rester à la fine pointe de la concurrence. Avec leurs nombreuses petites productions, les usines ouvrent la porte à la possibilité d'une dispersion plus grande de notre production nationale.

M. C. McCracken, C. A. Sonnen
INFORMETRICA

LES FEMMES FACE AUX CHANGEMENTS TECHNOLOGIQUES

Certains enthousiastes ont acclamé l'avènement des microprocesseurs comme le début de l'âge d'or. Le Canada s'achemine déjà vers l'économie post-industrielle décrite par les futuristes comme étant une société d'information. A vrai dire, la rapidité des changements technologiques a entraîné une série d'études, de rapports, de groupes de travail et de conférences visant à étudier les implications de ces changements. Certains se sont penchés sur la question de savoir comment l'application de la nouvelle technologie influera sur l'emploi des femmes. Et selon toute indication, cette incidence pourrait être grave.

Selon un auteur, à moins que des mesures appropriées ne soient prises, près d'un million de femmes pourraient se retrouver sans emploi d'ici à 1990.[1] Cet auteur déclare que les femmes canadiennes se dirigent vers une impasse; elles continuent à se concentrer dans les postes de soutien administratifs alors que la demande pour ces postes semble en voie de diminution dans l'industrie.

Le changement technologique pourrait cependant avoir chez les femmes des conséquences beaucoup plus profondes que la perte de leurs sources traditionnelles d'emploi. L'avènement d'une économie post-industrielle ou d'information permet aux femmes d'atteindre bon nombre des objectifs qu'elles visent depuis longtemps. Parallèlement, l'application de la technologie des microprocesseurs qui devrait nous faire passer à l'âge d'or comporte de véritables dangers. En effet, les quelques progrès réalisés dans le cheminement vers l'égalité risquent d'être effacés par un retour aux valeurs traditionnelles et aux idées du passé.

L'orientation que nous prendrons se précisera durant les prochaines années. Demain sera trop tard nous dit le Conseil des sciences du Canada.[2] Il faut nous préparer maintenant à la société d'information qui fait déjà son entrée. Mais à moins qu'on accorde une attention spécifique aux préoccupations particulières des femmes et à moins que les femmes elles-mêmes ne s'impliquent dans le processus de planification, ces dernières pourraient subir un net recul. Et au lieu de participer à l'âge d'or, elles devront se contenter de ramasser les miettes.

La période d'ajustement

Il ne fait aucun doute que les cinq ou dix prochaines années amèneront des ajustements très difficiles. Ce sera la période de transition. Les emplois existants pourront disparaître mais les postes nouveaux et différents seront lents à venir. Et la situation sera davantage compliquée par les hauts niveaux de chômage qui persisteront suite à la pire récession que le Canada aura connue durant les cinquante dernières années.

L'application de la technologie des microprocesseurs aux emplois des femmes est un sujet bien documenté.[3] Dans l'industrie bancaire, les guichets automatiques ou distributrices d'argent ne font plus intervenir les caissières et les employées de soutien; les terminaux installés aux points de sortie dans les magasins d'alimentation et les magasins à rayon réduiront également le nombre de commis nécessaires; dans les bureaux, l'automatisation a éliminé un bonne part des tâches antérieurement dévolues aux secrétaires et aux dactylos; l'informatisation de toutes sortes d'emplois, que ce soit ceux des téléphonistes ou des préposés au tirage du courrier, permettent d'effectuer le même volume de travail avec un nombre d'employés beaucoup plus restreint.

Toutes ces applications ont des conséquences particulièrement sérieuses pour les travailleuses puisqu'elles touchent des emplois où il y a une forte concentration de femmes. Malgré le nombre toujours croissant des femmes qui entrent sur le marché du travail depuis quelques décennies, la ségrégation professionnelle qui permet de les cantonner dans un nombre limité d'emplois a à peine changé depuis le début du siècle. Les femmes ont à peine changé un ghetto pour un autre. A l'aube du XX^{e} siècle, seulement trois types d'emplois regroupaient 61 p. 100 des femmes du Canada; 34 p. 100 travaillaient comme bonnes ou servantes, 14 p. 100 comme tailleuses ou couturières et 13 p. 100 comme enseignantes.

L'an dernier (1982), 62 p. 100 de toutes les femmes de la population active se trouvaient dans trois groupes d'occupation, dont 33 p. 100 à titre d'employées de soutien, 19 p. 100 dans les emplois de services et 10 p. 100 dans le domaine des ventes. L'an dernier, plus de 1,6 million de femmes occupaient des

postes de la catégorie de commis aux écritures et ce sont ces postes qui seront le plus sérieusement touchés par le changement technologique.

Face à la nouvelle technologie, les optimistes font valoir qu'on ne devrait pas réellement se préoccuper des pertes éventuelles d'emplois résultant de l'informatisation. Selon eux, lorsque les ordinateurs ont fait leur apparition dans l'industrie bancaire, par exemple, il est devenu possible d'offrir une foule de services qui n'étaient pas disponibles auparavant. Les comptes à intérêt quotidien, de nouveaux comptes pour lesquels on pouvait calculer rapidement l'intérêt, ainsi que diverses options d'épargne ont fait leur apparition. Le volume accru des affaires découlant de ces nouveaux services venait par le fait même réduire sensiblement le nombre des emplois perdus à cause de l'automatisation. De plus, poursuivent les optimistes, même lorsqu'il était possible d'effectuer le travail avec moins d'employés, personne n'a été mis à pied. Le nombre d'employés a été réduit par le processus normal d'attrition.

Bien que cela ait été vrai lorsque la microtechnologie a commencé à jouer un rôle important dans l'industrie bancaire, pouvons-nous appliquer les mêmes arguments à l'informatisation de bureaux et aux applications des microprocesseurs dans d'autres sphères de travail effectué principalement par des femmes? Il semble ne faire aucun doute que le processus sera infiniment plus complexe à la suite de la récession. Même s'il est impossible de dire si l'économie des deux dernières années ralentira le rythme de diffusion de la nouvelle technologie, il y a d'autres conséquences encore plus sérieuses.

Plus de 11 p. 100 des Canadiens ne peuvent trouver de travail. Et ce chiffre ne comprend pas ceux qui, par découragement ont cessé de chercher. Avec la reprise, ces derniers se remettent en quête d'un emploi et viennent grossir les rangs des chômeurs. C'est donc dire que le chômage restera élevé et que le taux ne descendra peut-être pas sous les 10 p. 100 avant la fin de la décennie.

Il existe une autre complication. Lorsque la récession s'est d'abord manifestée au Canada, dans la deuxième moitié de 1981, beaucoup d'employeurs ont réagi comme ils le font souvent face aux ralentissements dans le cycle des affaires. Ils ont gelé l'embauche, ils ont probablement décidé de ne pas amorcer de nouveaux programmes de perfectionnement durant cette période et ils ont probablement hésité à donner de bonnes augmentations de salaire.

Mais lorsque la récession s'est intensifiée, ils ont sans doute dû envisager d'autres mesures. Le gel de l'embauche n'étant pas suffisant, il a fallu procéder à des mises à pied. Les employeurs prenaient connaissance d'un nouveau phénomène: l'attrition ne semblait plus suivre son cours normal. Devant la piètre conjoncture économique et les taux de chômage élevés, les taux de roulement se sont mis à chuter. Les travailleurs préféraient conserver leur emploi plutôt que de tenter de décrocher des postes qui offraient de meilleures perspectives et de meilleures possibilités.

C'est alors que les employeurs se sont mis à rationaliser et à réorganiser. Couper les dépenses devenait une question de vie ou de mort. Le Conférence Board du Canada a étudié les programmes de réduction des dépenses instaurés par certains des principaux employeurs canadiens,[4] et il a constaté que plusieurs des employeurs interviewés avaient procédé à une restructuration en profondeur dans la façon d'exécuter le travail. Cette restructuration s'étend à diverses industries et, de plusieurs façons, à l'ensemble de l'économie. C'est donc dire que plusieurs des emplois perdus durant la récession ne réapparaîtront pas lorsque la reprise économique s'amorcera.

Les taux persistants de chômage élevé entraîneront donc une plus grande concurrence pour les emplois qui restent. Si les femmes sont pour être poussées hors de leur ghetto traditionnel d'emploi par l'application d'une nouvelle technologie, peuvent-elles être absorbées ailleurs dans l'économie? Et si oui, à quel endroit?

Les mythes du recyclage

Les conséquences probables de la nouvelle technologie sur l'emploi des femmes ont été bien documentées. Un livre important de Heather Menzies, Women and the Chip,[5] écrit en 1980, présentait plusieurs cas. L'auteur décrivait divers endroits où la technologie des microprocesseurs avait été appliquée aux emplois des femmes, et discutait de l'incidence du changement. A cette époque, comme on peut s'y attendre au début d'une nouvelle décennie, divers groupes de travail et de recherche ont publié des rapports concernant les marchés du travail et les possibilités d'emploi pour les années 80.[6]

Dans la plupart de ces rapports à l'eau de rose, on prédisait une décennie de projets d'envergure et d'expansion économique qui entraîneraient une très grande demande de travailleurs. Il y aurait une telle pénurie de travailleurs qualifiés disait-on, que les sec-

teurs de la fabrication et de la construction se retrouveraient dans des goulets d'étranglement à moins d'une augmentation substantielle dans l'importation de travailleurs qualifiés. Les femmes, les autochtones et les handicapés seraient appelés à jouer un rôle primordial. Le groupe de travail Dodge, pour sa part, laissait entendre que l'intégration de ces travailleurs dans toute la gamme des compétences serait essentielle pour éviter de graves pénuries de compétences. Ces déclarations sonnent faux dans la conjoncture économique de la fin 1983. Certains économistes estiment actuellement que les pénuries de travailleurs qualifiés ne se manifesteront pas tant que les taux de chômage ne seront pas redescendus à 7 ou 8 p. 100, et la plupart font porter leurs projections loin dans la prochaine décennie.

Pour ceux qui ont été déplacés par la nouvelle technologie, en particulier les femmes, deux autres problèmes se posent. Le premier est la difficulté d'identifier quelles compétences seront nécessaires. Le groupe de travail Dodge faisait référence à ce problème dans son rapport.[7] Il indiquait en effet qu'on est loin d'être certain des besoins précis qui auront cours durant la prochaine décennie et qu'à cet égard le système doit être flexible. En outre, des changements seront nécessaires pour que le système puisse satisfaire à la demande projetée de compétences et être en mesure de réagir rapidement face aux imprévus.

Même s'il se pourrait fort bien que l'économie d'information débouche sur de nouveaux emplois de tous les genres - dont certains n'existent même pas à l'heure actuelle - il y aura évidemment une période de flottement avant que ces nouveaux genres d'emplois soient clairement définis. Entre-temps, par quel genre de recyclage les femmes devraient-elles passer? Lors de la récente conférence de Couchiching, laquelle avait pour thème les conséquences humaines de la nouvelle technologie,[8] presque tous les conférenciers ont insisté sur le besoin de « recyclage » pour les travailleurs dont l'emploi est touché par la nouvelle technologie. Mais lorsqu'ils étaient pressés de questions, aucun ne pouvait identifier les emplois spécifiques qui feraient appel à des travailleurs qualifiés. Les experts s'entendaient cependant sur un point: dans l'économie post-industrielle, un travailleur ne pourra plus s'attendre à être formé pour un emploi et occuper ce même emploi pour le reste de sa vie active. Tous les travailleurs devront maintenant faire preuve de flexibilité et d'adaptation. Un travailleur pourra recevoir une formation, occuper un emploi spécialisé pour un certain temps, puis se recycler en vue d'un autre poste. Mais d'ici à ce que ces emplois nouveaux et intéressants de l'âge de l'information se matérialisent, il sera difficile de déterminer exactement quel genre de recyclage choisir.

Un consensus semble se dessiner parmi les experts en technologie selon lequel les généralistes, qui peuvent se faire la main à divers types d'emploi seront aussi en demande. Mais tout ceci semble impressionner bien peu les femmes qui pourraient perdre leur emploi dès maintenant. L'incertitude rendra cette période de transition sans doute beaucoup plus difficile.

Lorsqu'on parle de recyclage, les femmes doivent faire face à un deuxième problème; il s'agit de la menace que posent, pour les hommes, la récession et l'application de la nouvelle technologie. Car depuis plusieurs années, on incite les femmes à sortir de leur ghetto d'emploi et à entreprendre la formation qui leur permettra d'occuper des postes dans les secteurs non traditionnels. Les programmes gouvernementaux leur ont même offert des stimulants spéciaux à cet égard. De plus, certains employeurs ont mis en œuvre, avec succès, des programmes permettant à des femmes d'occuper des emplois dont les tâches étaient habituellement considérées comme un travail d'hommes. Plusieurs de ces emplois traditionnellement réservés aux hommes ont disparu, peut-être pour toujours, à la suite de la récession. D'autres sont en voie d'être automatisés; ainsi, les hommes qui effectuaient ce travail jusqu'à récemment seront aussi déplacés par l'application de la nouvelle technologie.

Si les femmes ne peuvent être formées aux fonctions d'outilleur - ajusteur parce que ces emplois sont de plus en plus occupés par des robots, est-ce que les hommes qui travaillaient comme outilleurs-ajusteurs désireront apprendre le traitement de texte? Les taux élevés de chômage rendront-ils pratiquement impossible, pour les femmes, la formation en vue de postuler des emplois dans les secteurs réservés traditionnellement aux hommes?

La société post-industrielle - les dangers

A première vue, il semble que les femmes traverseront très difficilement la période de transition menant à l'économie post-industrielle au Canada. Selon un auteur qui s'est penché sur l'incidence qu'auront sur les femmes les nouvelles technologies d'information, l'évolution du travail des femmes constituera un chevauchement de deux frontières. Iris Fitzpatrick Martin, une des coauteurs de The Conserver Society et adjointe à la recherche au projet GAMMA, lequel était parrainé con-

jointement par l'université de Montréal et l'université McGill, considère que la première frontière est celle que les femmes ont traversé lorsqu'elles ont quitté le foyer pour prendre des emplois rémunérés.[9] Il était aisé de passer cette frontière, dit-elle, parce que les femmes prenaient des emplois constituant principalement un prolongement du rôle qu'elles jouaient à la maison. Toute perte pour le mari et les enfants était contrebalancée par l'apport financier de la femme. Selon l'auteur, la nature essentiellement domestique de ces tâches ne viole en rien l'image traditionnelle de la femme; en effectuant ce genre de travail, elle ne démontre aucune capacité non féminine et ne menace pas la puissance des hommes qui l'entourent.

Mais lorsqu'une femme cherche du travail nécessitant des capacités considérées traditionnellement comme masculines nous dit l'auteur, elle aborde alors la deuxième frontière, plus interdite celle-là. Elle menace alors de passer outre la ligne de démarcation entre les rôles établis des sexes, peut-être pour démontrer que cette ligne n'a aucune validité. La première question qui se pose à notre esprit dans ce contexte est la suivante: la microtechnologie et les effets combinés de la récession ramèneront-ils les femmes derrière la première frontière ou les aideront-ils au-delà de la seconde frontière?

Bien entendu, les femmes ont déjà connu ce type de pression auparavant. En temps de guerre par exemple, on les encourageait même à prendre les emplois traditionnellement réservés aux hommes alors que ceux-ci étaient au champ de bataille. Elles avaient droit à des dispositions spéciales pour des garderies et les campagnes gouvernementales vantaient les vertus des mères au travail, les avantages pour les enfants d'être en milieu de garderie ainsi que la rémunération pour l'exécution du travail d'un homme. Mais une fois la guerre terminée, on a mis fin aux garderies, on attendait des femmes qu'elles retournent à la terre et au foyer et qu'elles se mettent à croire qu'elles n'étaient pas faites pour certains types d'emplois. Certains analystes ont parlé de l'utilisation des femmes comme d'une armée de réserve de travailleuses.

Les mêmes pressions pourraient refaire surface dans le contexte actuel à moins qu'on ne se penche sérieusement sur les façons de les éviter. Par exemple, dans un de ses articles parus au début de l'année,[10] dans le Toronto Star, le journaliste Jack McArthur déclarait que nous devrions nous demander si le fait qu'une plus large part de la population occupait un emploi rémunéré nous a vraiment servi. Selon lui, toute famille connait les problèmes découlant du fait que le père et la mère travaillent; il se demande alors si la hausse élevée des ménages occupant plus d'un emploi a vraiment ajouté à la satisfaction personnelle. Mais dans le processus de son analyse, McArthur oublie que la plupart des gens n'ont pas du tout le choix à cet égard. Les deux parents se doivent d'occuper un emploi rémunéré car c'est la seule façon dont la famille peut survivre. Et cela est vrai non seulement pour le Canada, mais pour l'ensemble du monde industrialisé.

Cet énoncé donne à penser que l'on peut régler les situations actuelles en refoulant les femmes dans leur foyer encore une fois. Et McArthur n'est pas le seul à le dire. Pollster Allan Gregg a stupéfié un auditoire de cadres féminins à Toronto, en mai, lorsqu'il a révélé les constatations de son enquête de 1983 selon lesquelles plus de 50 p. 100 des Canadiens estiment que les femmes devraient reprendre leur rôle traditionnel de mère et épouse.[11]

Certains aspects spécifiques de la société post-industrielle pourraient renforcer ces notions.

La maison électronique

Le genre de changements que le Canada a entrepris dans le cadre d'une transition vers une économie de l'information risque d'aggraver la situation en ce qui concerne les femmes. Le concept de la maison électronique[12] (The Electronic Cottage) dont Alvin Toffler a fait mention est déjà en train de s'implanter dans notre société. Un grand nombre des tâches que les femmes accomplissent actuellement au lieu même du travail pourraient tout aussi bien être effectuées à la maison à l'aide d'un terminal. Beaucoup de gens pensent qu'un tel changement serait favorable.

Ce qui est très intéressant, c'est que les personnes qui considèrent le fait de travailler à la maison à l'aide de leur propre terminal comme étant une situation idéale sont souvent celles qui ont des heures et des méthodes de travail très flexibles et qui, généralement, exercent un certain travail créatif. Les professeurs d'université, les auteurs et les journalistes, qui analysent les changements technologiques et rédigent des exposés à ce sujet, sont tous, peut-être par pure coïncidence, des personnes qui peuvent utiliser la technologie d'une manière positive afin d'améliorer la qualité de leur travail.

Malheureusement, il ne s'agit pas du genre d'emplois que la plupart des femmes occupent, ni du genre d'emplois pour lesquels les employeurs, dont

l'effectif est composé d'un très grand nombre de femmes, transfèrent actuellement le lieu de travail au domicile à l'employé.

Dans le cas de nombreux employés féminins, l'un des aspects négatifs du concept de la maison électronique sera probablement le fait que l'on s'attende à ce que ces dernières effectuent un certain volume de travail pour leur employeur tout en prenant soin de la maison et de la famille. Par exemple, l'un des principaux employeurs au Canada a déclaré publiquement que, sur les 18 000 emplois de bureau qu'il offrait, environ la moitié pourrait être exercés par des femmes qui travailleraient à la maison. Un représentant de la société a affirmé qu'un tel arrangement serait idéal, car les femmes n'auraient plus de problèmes pour ce qui est de faire garder les enfants.

Si les employeurs au Canada envisagent d'adopter une telle approche, on aura vite fait de repousser les femmes à leur point de départ, les forçant ainsi à reprendre leur rôle traditionnel qui consiste à s'occuper de la famille et des travaux ménagers, tout en assumant un travail rémunéré.

En ce qui concerne les femmes, il y aura manifestement d'autres questions à résoudre au fur et à mesure que le concept de la maison électronique évoluera. Si le travail est effectué par les employés à leur propre domicile, ces derniers deviendront de plus en plus isolés les uns des autres. Pour l'employeur, un tel arrangement est évidemment attrayant. En effet, comme l'employeur n'aura plus à fournir un lieu de travail, les frais généraux seront réduits et l'employé lui-même devra les assumer. Mais, dans un tel cas, les salaires seront-ils rajustés pour tenir compte du fait que l'employé doit non seulement effectuer le travail, mais aussi fournir le bureau ou l'espace de travail?

Les employés qui travaillent à domicile sont moins susceptibles de se rassembler pour former des syndicats ou pour négocier de meilleurs salaires ou avantages sociaux. Or, certains experts affirment que la technologie même qui permet aux emloyés de travailler à domicile pourrait leur servir pour s'organiser en syndicat. Les employés qui travaillent à domicile à l'aide d'un terminal peuvent être reliés au terminal d'autres employés et, selon l'avis de certaines personnes, pourraient utiliser leur terminal pour communiquer entre eux et s'organiser en syndicats. Bien que les employés puissent se consulter par le truchement des terminaux, il semble qu'un tel moyen ne donnerait pas d'aussi bons résultats que lorque les employés se rencontrent au lieu de travail ou à une réunion syndicale.

De quelle façon adapterions-nous la législation du travail pour tenir compte du concept de la maison électronique? Dans l'application de certaines lois, comme celles régissant le salaire minimum et les normes de travail, le lieu de travail doit être inspecté. Or, ces lois devront peut-être être modifiées, si le lieu de travail devient le domicile de l'employé. Il est également possible, dans un tel cas, de réglementer ces aspects du travail à l'aide de la technologie qu'utilise l'employé dans le cadre de ses fonctions. Par exemple, comme on pourrait mesurer les opérations de traitement de textes en fonction du nombre de caractères utilisés, on pourrait fixer une production maximale acceptable et déterminer le salaire minimum requis.

Il faudrait dès maintenant étudier tous ces aspects en profondeur, car certains employeurs ont déjà commencé à transférer le lieu de travail au domicile de l'employé.

Le concept de la maison électronique peut, bien sûr, offrir des aspects positifs. Le travail des hommes pourrait, de nouveau, se faire à domicile. Les familles pourraient travailler ensemble, en tant que cellule, comme elles le faisaient avant la révolution industrielle. L'éducation et l'enseignement, en général, pourraient être transférés des écoles au domicile. Toutefois, il reste à savoir si de tels changements renforceraient la cellule familiale. Si les enfants prennent une plus grande part au travail effectué par la cellule familiale, nous devrons peut-être alors modifier nos attitudes à l'égard de la main-d'œuvre enfantine. Si tous les membres de la famille passent plus de temps à la maison, la fréquence et le volume des travaux ménagers augmenteront plutôt que de diminuer.

Il faudra probablement attendre encore quelque temps avant que la plupart des employés, hommes et femmes, puissent travailler à la maison à l'aide de terminaux. En outre, il y aura toujours certains types d'emplois qui ne pourront être adaptés facilement au concept de la maison électronique.

Toutefois, dans une société post-industrielle en pleine évolution, il existe des possibilités réelles pour ce qui est de l'intégration équitable et entière des femmes dans notre structure économique. D'après de nombreux futurologues, les femmes en tireraient des avantages particuliers

La société post-industrielle - les possibilités

Si la nouvelle technologie, combinée aux répercussions de la récession, maintient le chômage à un taux

élevé, il nous faudra peut-être alors réexaminer notre définition du travail. Selon la définition actuelle, certains travailleurs ont un emploi à temps plein, d'autres ont un emploi à temps partiel et d'autres n'en ont pas du tout. D'après un nouveau concept de travail, tous pourraient avoir un emploi, mais travailler de moins longues heures. Certains employeurs ont pris des arrangements pour que le travail soit partagé entre tous leurs employés afin que personne ne soit mis à pied.

Dans l'avenir, le milieu de travail sera peut-être même conçu de façon que le travail soit partagé entre tous les travailleurs. Si la nouvelle technologie permet de produire le même volume de biens et de services en moins de temps et d'améliorer ainsi la productivité, tous les travailleurs pourront peut-être alors avoir plus de temps libre, sans perdre une partie de leur revenu.

Si tous les employés travaillaient moins d'heures par semaine et avaient plus de temps libre, les pères pourraient alors partager les responsabilités familiales de la même façon que les mères partagent déjà le rôle de gagne-pain qui, autrefois, incombait exclusivement aux hommes.

Nous avons organisé notre milieu de travail en fonction du concept selon lequel l'homme travaille et sa femme reste à la maison pour s'occuper des travaux ménagers et des enfants. Bien que ce concept ne s'applique plus à la majorité des familles canadiennes, travailler ou occuper un emploi signifie travailler de 9 h à 5 h, faire des heures supplémentaires au besoin, travailler tard ou les fins de semaine pour avoir de l'avancement, être disposé à se déraciner et à aller travailler dans une autre partie du pays, s'il y a lieu. Beaucoup d'hommes estiment que de telles obligations ne sont plus acceptables et ceux qui ont des enfants considèrent presque impossible de s'y soumettre.

Nous pourrions appliquer les possibilités offertes par les changements technologiques pour restructurer le travail de façon à tenir compte du mode de vie familiale actuel au Canada, selon lequel les deux parents ont un travail rémunéré et pourraient partager les responsabilités ménagères et familiales.

Outre la définition de travail et d'emploi, nous devrions, bien sûr, modifier notre perception du plein emploi. Dans une société post-industrielle, le plein emploi pourrait signifier que tout le monde travaille, et ce, 25 heures par semaine.

En outre, la réduction des heures de travail pourrait permettre d'intégrer plus facilement les membres d'autres groupes désavantagés à l'intention desquels certains programmes gouvernementaux existants ont été conçus. Les personnes handicapées, qui ne peuvent travailler pendant une journée entière comme nous la définissons actuellement, pourraient travailler pendant le même nombre d'heures que les autres personnes dans le nouveau milieu de travail. Les autochtones, qui désirent exercer un travail rémunéré tout en poursuivant leurs activités traditionnelles comme la chasse et la pêche, seraient plus en mesure de le faire.

La société post-industrielle est également décrite comme étant une société où la production en masse et les grandes organisations hiérarchiques sont remplacées par de petites opérations de production et des groupes de travail moins nombreux. Les futurologues prévoient que le travail ne sera pas effectué à la chaîne, mais plutôt par des équipes de travail autonomes. Certaines personnes affirment que la société de l'information est axée sur la collaboration plutôt que sur la compétition.

Les personnes qui s'intéressent à la question de l'emploi des femmes savent combien il est difficile pour ces dernières de gravir les échelons dans les grandes organisations hiérarchiques au Canada. Si le travail était organisé en fonction de petites équipes de coopération, l'intégration des travailleurs autrefois désavantagés serait alors beaucoup plus facile.

La réalisation d'une transition positive

Il est évident que le portrait brossé par maints futuristes de la société post-industrielle semblait offrir des possibilités passionnantes pour les femmes. Le plus difficile était de traverser la période de transition qui prendrait, semble-t-il, quatre ou cinq ans. Que faire pour que l'économie de l'information rendue possible par la microtechnologie ne repousse pas les femmes derrière cette première frontière?

La première chose à faire, et les décisionnaires auraient dû y penser, c'est de s'assurer que les femmes participent au processus de planification. Cela va de soi. Et pourtant, on continue d'entreprendre des études et de donner des conférences sur les changements technologiques qui ne font qu'effleurer les préoccupations des femmes. Certains observateurs ne voient pas qu'il y ait lieu de songer à l'avenir quand il reste encore tant d'inégalités. Mais nous ne voulons pas tenir compte du « Demain il sera trop tard » du Conseil des sciences, et ce à nos risques et périls. En effet, si les femmes ne participent pas à la planification de la société post-indus-

trielle, il se pourrait bien qu'on ne puisse plus ensuite se pencher sur leurs préoccupations et répondre à leurs besoins.

Nous devons nous assurer que ces besoins sont pris en considération lors de l'élaboration des politiques. Mais nous devons en même temps garder à l'esprit le genre de changement évolutionniste que peuvent permettre la nouvelle technologie et la transition à une économie post-industrielle. Même les gens les mieux placés pour le savoir, comme le Groupe de travail de Main-d'œuvre Canada sur la microélectronique et l'emploi,[13] parlent encore de recourir à la technologie pour aider les femmes à se débrouiller avec leur double responsabilité à la maison et au travail plutôt que de se demander pourquoi elles continuent d'avoir une double responsabilité et si la technologie ne pourrait pas servir à modifier cette situation.

Nous devrions commencer à réfléchir sur le genre de législation sur les normes de travail qui favoriserait l'intégration dans notre société, du concept de la maison électronique, par exemple.

Il nous faut une politique exhaustive sur la famille pour affronter les réalités de la vie familiale telle que nous la connaissons actuellement. Nous en possédons tous les éléments - allocations familiales, crédits d'impôt à l'enfant, prestations maternité, allocations de disponibilité et, enfin, dispositions de l'impôt sur le revenu concernant la famille. Bon nombre de ces dispositions ont été élaborées à l'époque où le père était soutien de famille et où la mère tenait la maison et élevait les enfants. Cela ne reflète plus la réalité au Canada - pas plus d'ailleurs que dans les principaux pays industrialisés. Mais nous n'avons pas encore adapté nos politiques à cette nouvelle réalité.

Nous pourrions engager la discussion avec les employeurs qui déplacent maintenant le lieu de travail vers le domicile afin de voir quelles protections et quelles normes seraient souhaitables et efficaces.

Nous pourrions essayer de mieux identifier les occupations pour lesquelles les femmes devraient être recyclées et nous assurer que nous ne les orientons pas vers des postes non traditionnels qui seront rapidement dépassés à cause de l'évolution technologique.

Les syndicats se penchent déjà sur les inquiétudes des travailleurs dont les emplois sont menacés par l'adoption de nouvelles technologies. La portée de leurs discussions pourrait être élargie pour traiter des répercussions d'une semaine de travail plus courte et d'autres politiques qui pourraient aider leurs membres à s'adapter au progrès de la technologie.

Conclusion

La microtechnologie offre en vérité des perspectives réjouissantes. La révolution technologique pourrait en effet donner lieu à des changements qui favoriseraient non seulement les femmes, mais aussi les hommes et les enfants, et la famille tout entière.

Aux femmes, elle offre la possibilité d'aller au-delà de cette seconde frontière, jusqu'à la crête de ce qu'Alvin Toffler a appelé la troisième vague.

Le défi qu'il nous faut relever aujourd'hui est celui d'essayer d'imaginer des stratégies qui nous aideront à traverser la période de transition et qui pointeront dans la bonne direction.

Il n'existe pas de solutions magiques. Une chose est certaine cependant. Nous ne pouvons espérer faire face aux changements en faisant machine arrière. Si les femmes réussissent jamais à obtenir un statut d'égalité dans notre société, c'est qu'on aura relevé le défi des quelques prochaines années qui sont d'importance capitale.

Monica Townson

Notes en bas de page

1. Menzies, Heather, *Women and the Chip*, Institut de recherches politiques, 1981.
2. *Planning Now for an Information Society*, mars 1982.
3. Voir, par exemple, *Women and the Chip* par Heather Menzies et *Computers on the Job* par le même auteur.
4. *Retrenchment and Beyond, the Acid Test of Human Resource Management*, Sally R. Luce, Conference Board, mai 1983.
5. *op. cit.*
6. Voir : *L'évolution du marché du travail dans les années 1980*, (Le rapport Dodge), *Work for Tomorrow*, (Le rapport Allmand), *In Short Supply: Jobs and Skills in the 1980s*, (Conseil économique du Canada)
7. *op. cit.*, page 205.
8. 52e Conférence annuelle de Couchiching, *L'âge des microprocesseurs : les cinq prochaines années*, 28 juillet au 1er août 1983.
9. *Women and Informediation : the Six Interfaces of Eve*, Document nº 1 - 17, GAMMA, 1979.
10. *Multi-job Family Rise : Who Gains?*, *Toronto Star*, 19 juillet 1983.
11. Canadian Association of Women Executives, Newsletter, vol. 3, nº 2, été 1983.
12. Toffler, Alvin, *La troisième vague*, Bantam Books, 1980.
13. *In the Chips : Opportunities, People, Partnerships*, 1982.

Bibliographie choisie

1. Betcherman, Gordon, *Meeting Skill Requirements*. Rapport de l'enquête sur les ressources humaines, Étude du Conseil économique du Canada, septembre 1982.

2. Conseil consultatif canadien de la situation de la femme, *Microtechnologie et emploi - questions d'importance pour les femmes*. Mémoire présenté au Groupe d'étude de la microtechnologie et de l'emploi, juillet 1982.

3. Ministère des Communications, *L'avènement du bureau électronique au Canada*, mai 1982.

4. Conseil économique du Canada, *In Short Supply : Jobs and Skills in the 1980s*, rapport de consensus, 1982.

5. Conseil économique du Canada, *Les enjeux du progrès : technologie, commerce et croissance*, rapport de consensus, 1983.

6. Emploi et immigration Canada, *L'évolution du marché du travail dans les années 1980*. Rapport du Groupe d'étude de l'évolution du marché du travail, juillet 1981.

7. Fitzpatrick Martin, Iris, *Social Implications of the Information Economy*, Document nº 5, GAMMA Information Society Project, Université de Montréal et Université McGill, Montréal, avril 1979.

8. Fitzpatrick Martin, Iris, *Women and Informediation : The Six Interfaces of Eve*. Document nº I - 17, GAMMA, 1979.

9. Gotlieb, C.C., *Computers in the Home, what they Can Do for Us and to Us*. Institut de recherches politiques, document accessoire nº 4, octobre 1978.

10. Horwitz, Jaime, *Power Failure in the Electronic Cottage*, Off Our Backs, volume 13, nº 7, juillet 1983.

11. Chambre des communes, *Du travail pour demain : les perspectives d'emploi pour les années 80*. Rapport du Groupe de travail parlementaire, 1981.

12. Humphreys, Elizabeth, *Technological Change and the Office*, Étude technique nº 17 à l'intention du Groupe d'étude de l'évolution du marché du travail, juillet 1981.

13. Main-d'œuvre Canada, *La microélectronique au service de la collectivité*. Rapport du Groupe de travail de Travail Canada sur la microélectronique et l'emploi, 1982.

14. Luce, Sally R., *Retrenchment and Beyond : the Acid Test of Human Resource Management*, Conference Board of Canada, mai 1983.

15. Menzies, Heather, *Computers on the Job, Surviving Canada's Microcomputer Revolution*, James Lorimer & Co., Toronto 1982.

16. Menzies, Heather, *Informatics Case Studies*. Étude technique nº 23 à l'intention du Groupe d'étude de l'évolution du marché du travail, juillet 1981.

17. Menzies, Heather, *Women and the Chip*. Études de cas sur les effets de l'informatique sur l'emploi au Canada, Institut de recherches politique, Montréal, 1981.

18. Russel, Robert Arnold, *The Electronic Briefcase - the Office of the Future*. Institut de recherches politiques, document accessoire nº 3, septembre 1978.

19. Conseil des sciences du Canada, *Agenda*, volume 5, nº 1, printemps 1982.

20. Conseil des sciences du Canada, *Préparons la société informatisée - demain il sera trop tard*, rapport nº 33, mars 1982.

21. Swan, Carole, *Women in the Canadian Labour Market*. Étude technique nº 36 à l'intention du Groupe d'étude de l'évolution du marché du travail, juillet 1981.

22. Toffler, Alvin, *La troisième vague*, Bantam Books, 1980.

23. Townson, Monica, *La gestion de l'action positive en temps de crise : incidences de la récession actuelle sur les programmes d'action positive*, Emploi et Immigration Canada, mai 1983.

24. Valaskakis, Kimon, *The Information Society : the Issue and the Choices*, GAMMA, mars 1979, rapport complet.

25. Valaskakis, Kimon; Gardiner, W. Lambert; Sindell, Peter S., *The Management of Time in a Conserver Society*. Document de travail n° 1, série GPID, GAMMA, avril 1982.

26. Valaskakis, Kimon; Sindell, Peter S., *Industrial Strategy and the Information Economy : Towards a Game Plan for Canada*. Document n° I - 10, GAMMA, avril 1980.

ANNEXE

La ségrégation des femmes sur le plan professionnel

La main-d'œuvre selon l'industrie

Moyennes annuelles 1982

(Ensemble des travailleurs)	(000)	%
Agriculture	140	2,9
Autres branches du secteur primaire	34	0,7
Industries de fabrication	621	12,7
Construction	65	1,3
Transports, communication et autres services publics	213	4,4
Administration publique	873	17,9
Autres	387	7,9
Total	4 884	100,0

Source: Statistique Canada, *La population active*, décembre 1982, tableau 70.

La population active selon la profession

Moyennes annuelles 1982

(Ensemble des travailleurs)	(000)	%
Direction et administration	276	5,7
Sciences naturelles	62	1,3
Sciences sociales	89	1,8
Religion	4	0,1
Enseignement	282	5,8
Médecine et santé	416	8,5
Arts et activités récréatives	69	1,4
Travail administratif	1 627	33,3
Commerce	488	10,0
Services	913	18,7
Agriculture	127	2,6
Traitement des matières premières	91	1,9
Usinage des matières premières	16	0,3
Fabrication de produits finis	235	4,8
Métiers de la construction	10	0,2
Transports	27	0,6
Manutention	65	1,3
Conduite de machines et d'appareils divers	27	0,6
Autres	52	1,1
Total	4 884	100,0

Source: Statistiques Canada, *La population active*, décembre 1982.

L'INCIDENCE DE LA TECHNOLOGIE DE L'INFORMATION SUR L'ÉDUCATION ET LA FORMATION

Introduction

Aperçu

Les progrès dans le domaine de la technologie de l'information pourraient fort bien faire évoluer l'éducation et la formation du fait que ces domaines font partie à coup sûr de l'information. Il est probable que tout ce qui améliore la présentation, la circulation, l'organisation ou l'utilisation de l'information est utile pour les éducateurs et ceux qui s'occupent de formation. Cependant, le terme «éducation» recouvre au moins deux notions différentes: l'expérience personnelle de celui qui en arrive à comprendre le monde, à s'ouvrir sur le monde ou à réfléchir sur ce qui l'entoure et l'infrastructure mise en place pour produire ces expériences. C'est cette deuxième notion qui nous semble la plus proche de la technologie d'information.

En rédigeant ce document, j'ai essayé de soulever de nombreuses questions et de proposer un certain nombre de réponses. Cependant, les problèmes les plus complexes ont de nombreuses solutions, ou aucune, et les réponses proposées ne sont pas un absolu. Certaines observations ont volontairement pour but de susciter la controverse en vue de provoquer un débat critique; d'autres auront peut-être le même effet dans la mesure où elles ne sont pas développées.

Je ne me suis pas penché sur la multitude de machines qui font actuellement leur apparition dans notre univers, j'ai préféré concentrer mon attention sur les questions importantes et un petit nombre de dispositifs.

Vous vous demanderez parfois si le présent document porte sur l'éducation ou sur le développement économique. Étant donné que notre prospérité économique dépend d'une main-d'œuvre instruite ou qualifiée, que le revenu personnel est lié à l'emploi, et que par surcroît l'instruction publique est assurée par les impôts et la formation par les recettes, ces notions sont liées entre elles.

Le domaine de l'éducation

Les problèmes de l'éducation peuvent dépasser de très loin en envergure la vision limitée d'un grand nombre d'observateurs. Il est donc possible d'étudier à part le problème de l'élaboration d'un module d'enseignement, mais le système d'enseignement lui-même s'inscrit dans le cadre d'un organisme (école, entreprise) qui possède d'autres sous-systèmes avec différents objectifs, priorités et ressources qui exercent une influence sur ce système, et cet organisme est à son tour lié à d'autres sous-systèmes d'interaction dans un système plus vaste. Pour résumer, disons qu'il faut élargir la notion de problème pédagogique ou de systèmes d'enseignement pour inclure plusieurs systèmes ou sous-systèmes. L'on doit par ailleurs supprimer les limites qui séparent les activités étiquetées éducatives et celles qui ne le sont pas pour embrasser l'apprentissage libre tout autant que l'apprentissage dirigé. Arrêtez-vous un instant pour vous demander où vous avez appris la plupart de vos comportements, de vos connaissances et de vos aptitudes. Était-ce uniquement à l'intérieur d'établissements appelés établissements scolaires?

Une société en pleine transformation

Le monde en est actuellement à une étape critique de son évolution. Il est fort possible que nous connaissions une prospérité jusqu'alors inconnue mais il est également possible que nous allions au désastre. Le Club de Rome déclare dans un rapport publié en 1983 (Friedrich et Schaff) que la formation continue deviendra bientôt une activité universelle. Pour l'instant, la plupart des gens de notre planète vivent encore au Moyen-Age. Ils tirent leur énergie de quelques bouts de bois qu'ils font brûler et ils cultivent encore à la houe. Ils luttent pour survivre et sont limités par leur environnement. Quant à nous, nous sommes confrontés au spectre d'un retour possible à ce genre de vie (dans la mesure où le chômage massif pourrait réduire notre économie à néant) tandis que par ailleurs, certains espèrent que le genre humain sera libéré du fardeau du travail et accédera à un style de vie où l'on verra l'épanouissement de la culture et l'épanouissement personnel.

Au cœur de tous ces courants d'idées, nous trouvons la révolution du traitement de l'information produite par les progrès rapides réalisés dans les semi-conducteurs qui permettent la production d'ordinateurs plus intelligents, plus petits et à meilleur marché qui iront au-delà des simples systèmes de traitement des données

qui ont été la norme jusqu'à récemment. Sans compter les robots dont on nous prédit qu'ils produiront la moitié de nos biens manufacturés à la place de la main-d'œuvre humaine (y compris la main-d'œuvre sous-payée des pays en voie de développement) et ramèneront un nombre incalculable d'adultes dans le système d'éducation pour qu'ils y acquièrent des connaissances spécialisées ou une compétence donnée, ou encore de l'instruction en vue de leur épanouissement personnel. Quelles sociétés sont prêtes à faire face à ces changements massifs?

Nos technocrates et les décideurs de l'industrie et de l'éducation font face à de nombreux problèmes et possibilités entremêlés. Nous sommes plongés dans une époque de changements sans précédent tant sur le plan des possibilités qu'à l'égard du milieu physique et du climat psychologique qui résulteront de nos décisions. Peut-être que le facteur le plus important a trait au rythme sans cesse accéléré des changements. Nous avons à peine eu le temps de nous habituer à la puce de silicium qu'il nous faut maintenant nous adapter à la biopuce protéique qui multipliera par 100 000 la densité de notre puce actuelle. Nous est-il possible de concevoir même les répercusions d'une telle invention sur l'éducation et la formation? Ce dont nous parlons est une révolution socio-culturelle comparable à l'apparition de l'écriture et à l'invention de l'imprimerie. De quelle façon les systèmes d'éducation et de formation pourront-ils faire face à ce progrès? Quelle est l'infrastructure nécessaire? Commençons par passer en revue d'autres progrès dans la technologie de l'information.

La technologie de l'information

On a souvent répété que le traitement de l'information et la communication seront les principaux domaines d'activité de notre main-d'œuvre de demain. Qu'en est-il en réalité? Quelles sont les répercussions pour l'éducation et la formation?

Les promesses de la technologie de l'information

Dans le domaine de l'éducation et de la formation, la technologie de l'information suscite de grands espoirs. Nous entendons par technologie de l'information la somme de connaissances requises ainsi que les outils, le matériel et le logiciel, qui permettent de stocker et de retrouver l'information ainsi que d'utiliser de l'information numérique, verbale, textuelle ou sous forme d'image. Cette technologie comporte habituellement un système micro-électronique de traitement et de transmission de l'information, mais autrefois les textes et les instruments les plus simples suffisaient. Il reste, cependant, qu'il ne suffit pas de pouvoir stocker et d'afficher les données. Si c'était le cas, comme le prédisait Edison il y a quelque 70 ans, le film cinématographique aurait déjà remplacé le professeur.

Le véritable apprentissage suppose beaucoup plus que la simple acquisition d'information. Pensons à la lecture, à l'arithmétique, à la faculté de faire des déductions ou à l'art de rédiger une dissertation, à la capacité de raisonner! Comme le disait Whitehead, « certes, la connaissance est l'une des principales visées de l'éducation intellectuelle, mais il existe un autre élément, plus vague peut-être, mais beaucoup plus important et vital. Les anciens l'appelaient «sagesse»... Il s'agit de l'utilisation des connaissances, de leur tri en fonction des problèmes qui se présentent, de leur contribution à l'enrichissement de l'expérience vécue » (Whitehead, 1929, p. 30).

La technologie, et notamment la technologie de l'information, fait peur à certains et n'est comprise que par une minorité. Pourtant, elle est avant tout un art humain et humanisant, absolument essentiel à la survie et au bien-être du genre humain (cf. Pask et Curran, 1982; Pask, pionnier visionnaire dans ce domaine, montre comment les ordinateurs sont en train de changer notre vision du langage, de la connaissance et même de la conscience). La technologie nous permet de faire les choses que nous voulons ou que nous devons faire. Essentiellement, la technologie — et à plus forte raison la technologie de l'information — est la connaissance des relations (par exemple, si nous posons le geste X, il y a la probabilité P que l'issue Y se présentera). Malheureusement, dans le domaine de l'éducation et de la formation, il n'est pas facile de prédire quel geste X produira vraisemblablement le résultat Y, en particulier si l'on veut en même temps éviter d'obtenir des effets nuisibles ou contradictoires. Il faut avoir recours à la recherche opérationnelle pour approfondir notre compréhension.

Parmi les nouveaux produits, plus utiles que jamais, on trouve des machines qui parlent, écoutent et répondent, des ordinateurs, des enregistreurs et des lecteurs de vidéocassettes, des réseaux de communication qui s'étendent dans le monde entier et qui nous rapprochent les uns des autres.

Mais les anciennes techniques d'information n'ont pas pour autant perdu de leur actualité. Prenons un

exemple pour illustrer cette affirmation. Un enfant de trois ans apprend la signification des mots «fuselage», «empennage» et «hélium» en regardant une courte émission de télévision. Un an plus tard, il reçoit un avion en cadeau et il se demande immédiatement pourquoi l'empennage se trouve devant la queue de cet avion alors qu'il se trouve à l'arrière chez les autres. (Heureusement, un voisin peut lui expliquer les principes et les avantages économiques de ce prototype, ce qui permet aux connaissances de l'enfant de s'élargir.) Un autre enfant de trois ans, dans une école maternelle ouverte au monde de l'ordinateur, apprend à lire, à taper et à écrire sous la dictée, rejoignant ainsi, en 50 ou 60 heures de jeu, le niveau des enfants âgés de huit ans. Qu'arrive-t-il à ces enfants lorsqu'ils entrent à l'école? Leur permet-on de développer les connaissances particulières qu'ils ont acquises? Nous reviendrons à cette question lorsque nous aborderons l'enseignement individualisé.

Les systèmes d'aujourd'hui peuvent comprendre des dispositifs audio-visuels assistés par ordinateur ou même la nouvelle plaquette au laser — de la grandeur d'une carte de crédit dont la voie d'enregistrement peut stocker deux millions d'octets, soit l'équivalent d'un roman, auxquels il est possible d'avoir accès au moyen d'une connexion bon marché que l'on ajoute à son ordinateur. En outre, en plus de l'information, on peut mettre en mémoire les règles et les systèmes de traitement permettant le dialogue avec l'utilisateur. Bien que les livres et la télévision nous mettent en contact avec des personnes éloignées dans le temps et l'espace qui viennent compléter nos connaissances, ce contact est unidirectionnel. Les personnages d'un roman peuvent être très vivants dans notre esprit, mais nous ne pouvons dialoguer avec eux. Ce n'est pas le cas avec l'ordinateur.

L'auteur ou le programmateur d'un logiciel a la capacité de simuler des objets ou des événements, ou même une partie de son esprit ou de la personnalité d'autres personnes. Les programmes informatiques avancés permettent de simuler l'esprit du spécialiste (Mitchell, 1983). L'utilisateur peut ainsi engager le dialogue avec le spécialiste (ou avec la représentation qu'en a fait le programmeur) sur des sujets comme l'architecture, la comptabilité de bureau ou les diagnostics médicaux. Il en arrive même à soulever des questions, à évaluer des réponses ou à tomber en désaccord avec quelqu'un qui est déjà mort (Shaw et Gaines, 1983)!

Souvent, il est possible de simuler, à des fins pédagogiques, des situations ou des processus qu'il serait trop dangereux ou coûteux de recréer dans la réalité pour les étudiants. Il arrive que les pilotes de ligne qui s'entraînent au moyen d'un simulateur de vol se retrouvent tout tremblants d'avoir fait l'expérience d'une collision ou d'avoir raté de près une collision simulée. Dans les centres de formation, les étudiants en électronique qui par le passé devaient consacrer 32 heures de cours et de laboratoire à l'apprentissage de certaines techniques de diagnostic peuvent maintenant en arriver au même point grâce à un simulateur. (L'efficacité s'en trouve multipliée par 64!) Avec les progrès de la technologie de l'éducation, on peut offrir de nombreuses expériences d'apprentissage qui, d'une façon ou d'une autre, reposent sur la simulation.

Formation

Bien des emplois reposent non seulement sur des compétences initiales mais aussi sur des études suivies, certaines aux frais de l'employeur, d'autres à ceux de l'employé. Les coûts de la formation, contrairement à l'éducation, incluent le salaire du stagiaire pendant qu'il poursuit des études. On comprend donc que de nombreuses entreprises aient investi des sommes considérables pour essayer d'augmenter l'efficacité et la rentabilité des programmes de formation. Tout gain de temps équivaut pour elles à un accroissement du rendement du capital investi. (Cette attitude est tout à fait à l'opposé de ce qui se passe dans les écoles où les cours sont définis par l'horaire et où les heures gagnées doivent être comblées par quelque chose d'autre).

On ne se trompe sans doute pas en affirmant que la plupart des grandes entreprises disposent d'importants services de formation, même si la qualité de ces services est extrêmement variable. Quoi qu'il en soit, la plupart de ces entreprises sont loin d'être évoluées dans ce domaine. Prenons un exemple. Une société s'occupant de l'installation de poteaux électriques exige que ses employés se familiarisent avec les méthodes de sécurité dans l'entreposage, la manutention et l'utilisation de la dynamite. Puis, cette même société demande à un étudiant, engagé pour l'été, de préparer le matériel même si celui-ci n'est pas au courant de la question!

Même lorsqu'il existe des services compétents de formation, le «rendement du capital investi» n'est que de 30 à 40 p. 100, selon le domaine, l'expérience des instructeurs et des pédagogues, les médias ou les métho-

des utilisées. J'ai déjà eu connaissance d'un cours de quinze jours à la préparation duquel on avait dû consacrer trente années- personnes. Mais les économies réalisées par la suite en salaires pour les nouveaux employés qui suivaient le cours justifièrent amplement la dépense. La formation, évidemment, n'est pas toujours la bonne réponse à un problème qui semblait au départ relever de la formation. Holden (1983) présente un modèle de formation à quatorze étapes qui comprend un chapitre entièrement consacré au diagnostic et à la recherche de solutions de rechange. Il donne plusieurs exemples où la formation n'était finalement pas du tout nécessaire.

Les programmes de formation à l'aide de matériel pédagogique coûtent souvent cher à mettre au point. Il n'est pas rare que l'on doive passer de 100 à 500 heures pour la préparation d'un module d'apprentissage assisté par ordinateur. On dit même que les Forces armées canadiennes ont un rendement encore inférieur avec le Langage national de programmation (NATAL) du Centre national de recherches qui met aussi en œuvre des programmes d'enseignement multimédia assistés par ordinateur. Pour les petits groupes de stagiaires, il est souvent difficile de justifier ce type d'enseignement dans les entreprises. Mais pour les groupes importants, l'apprentissage multimédia assisté par ordinateur est souvent avantageux. Pour amortir les coûts d'élaboration, on peut penser à des ententes de collaboration au sein de l'industrie dans son ensemble, comme le fait la Kanata High Technology Training Association qui prépare des cours pour plusieurs sociétés.

Mais les progrès de la technologie de l'information offrent la possibilité, en plus de faciliter la formation, de remplacer celle-ci par des systèmes intelligents capables de réduire les besoins de formation soit par l'automatisation de certaines tâches, soit encore en faisant office d'outil de travail pour certaines compétences. On a découvert, par exemple, dans un cas donné, qu'une partie d'un cours destiné à des chauffeurs coûtait trente fois plus cher que l'acquisition d'un système mécanique capable d'effectuer la tâche visée. Un autre exemple amusant est celui d'un pilote de l'aviation commerciale qui se plaignait de ce que la seule exigence de son poste fût l'obligation de taper 60 mots à la minute. Citons, en revanche, le cas d'un dispositif ingénieux que l'on met actuellement au point en vue d'effectuer des dépannages électroniques, au moyen d'un système multimédia assisté par ordinateur qui guide l'utilisateur sur un schéma de composantes et de symptômes possibles jusqu'à ce que le défaut soit repéré et réparé.

Le savoir, une sorte de capital

La somme de connaissances accumulées par l'humanité est tout simplement incroyable, que ce soit dans les livres, la tête des hommes ou la mémoire des ordinateurs. En tant que capital, le savoir est indispensable pour les particuliers, les sociétés et les nations désireux de réaliser leurs aspirations économiques. Il ne suffit toutefois pas que ce savoir soit emmagasiné quelque part. Encore faut-il qu'il soit utilisé par les machines ou par les gens. Dans certaines industries, les employés étudient en permanence. Les jeunes d'aujourd'hui doivent apprendre en quelques décennies ce qui a pris des millénaires à voir le jour. Notre société doit assimiler de toutes nouvelles connaissances pour faire face à l'évolution rapide du travail et des loisirs. Quelle sera donc l'incidence de l'avancement de la technologie de l'information?

On assiste actuellement à un bouleversement en profondeur, qui nous oblige à développer nos aptitudes à la manipulation de l'information de façon aussi vitale qu'il était autrefois nécessaire à l'homme de développer ses muscles. La technologie de l'information apparaît destinée à devenir notre principale industrie.

Pour certains, cette obligation les amènera à de longues études, mais d'autres n'éprouveront pas le même besoin de connaissances car la «puce» des micro-processeurs, telle qu'elle existe actuellement et telle qu'elle le deviendra, est pour eux un instrument formidable de stockage d'une information facile d'accès. En outre, l'utilisation de machines et de robots infatigables, commandés par des microprocesseurs, rend possible le transfert de l'obligation de connaître de l'homme à l'ordinateur. A l'horizon, on entrevoit la possibilité d'accroître la production tout en diminuant les heures de la main-d'œuvre humaine. Les nouvelles découvertes forceront les gens à changer de mode de vie et d'orientation, les obligeront à s'adapter et à tirer le meilleur parti des ressources qui s'offrent à eux, non plus seulement dans leur vie professionnelle mais aussi dans leur vie spirituelle. La responsabilité de préparer les gens à ce bouleversement incombe non seulement aux éducateurs, mais aussi aux employeurs et aux syndicats.

Les robots qui remplaceront les hommes dans les usines, les systèmes de bureautique qui se substitueront aux employés de bureaux créeront un problème de chômage énorme. Les éducateurs et les spécialistes de la formation auront tout un défi à relever, mais on peut

espérer que les tehniques pédagogiques permettront d'améliorer l'efficacité et le rendement. Où en sommes-nous aujourd'hui?

L'ordinateur, instrument d'apprentissage

Permettez-moi de rêver un peu avec vous. Imaginons une personne qui décide d'apprendre le français grâce à un programme spécial sur ordinateur. Sur l'écran, elle peut voir des données imprimées et des graphiques en couleur, mais en même temps elle peut entendre l'ordinateur lui donner des informations orales et lui faire des observations. Bien sûr, le programme gère également des diapositives et des séquences filmées. C'est l'étudiante, évidemment, qui mène le programme à partir du clavier, mais aussi, dans une certaine mesure, à partir du microphone où ses paroles sont décodées par l'ordinateur.

Imaginons maintenant que cette étudiante décide de faire un voyage à Montréal au moyen de ce simulateur de façon à pouvoir pratiquer son français dans un restaurant de la rue Saint-Denis, ou encore dans les boutiques du Vieux-Montréal où elle aurait décidé de faire des achats. Son appareil lui offre la possibilité de marcher dans les rues, de tourner à droite ou à gauche au carrefour et d'examiner la diapositive qui s'offre à elle en fonction du choix qu'elle a opéré. Elle «s'arrête» devant un magasin, puis «entre» — le tout simulé sur diapositive ou vidéocassette, avec bruits de fond appropriés. Ne serait-ce pas là une façon d'apprendre beaucoup plus stimulante que le livre ou la salle de classe? Et le système pourrait servir tout aussi bien au travail qu'à la maison, pour toutes sortes de matières autant que pour le français. Est-ce là une chimère?

Non. Ce programme d'apprentissage du français par ordinateur et matériel audio-visuel existe réellement, ou du moins il est préparé à Montréal au moment où j'écris ces lignes par une société américaine. Je rêvais simplement que c'était une société canadienne qui faisait le programme et participait ainsi à la mise sur pied d'une industrie dynamique.

De la matière brute à la matière grise

Poursuivons notre vision. Si notre main-d'œuvre est appelée à travailler de moins en moins dans l'industrie de fabrication, il nous faut exploiter les nouvelles possibilités offertes par les nouvelles industries fondées sur la technologie de l'information. La production de logiciels d'enseignement assisté par ordinateur pour la mise en place du système d'enseignement voulu peut mettre à contribution divers talents, y compris ceux des centres de formation et des universités.

Supposons qu'une entreprise canadienne s'attache à produire des leçons et des cours assistés par ordinateur dans un large éventail de disciplines scolaires et professionnelles pour les vendre sur le marché mondial. Non seulement cette initiative ferait avancer l'éducation et la formation mais elle fournirait également des emplois à des Canadiens et contribuerait à améliorer notre balance des paiements. Que pouvons-nous demander de plus?

Conséquences culturelles de l'industrie de matière grise

Quelles sont les conséquences à long terme, pour notre culture, si nous importons au lieu de produire nos matériels d'enseignement (dans une optique accordant toute l'attention voulue aux questions, aux valeurs et aux objectifs propres aux Canadiens)? Evidemment, nos enseignants peuvent compenser par leur apport les lacunes du contenu étranger des textes mais que faire quand il s'agit de l'utilisation à domicile, au travail, ou même à l'école, sans intervention humaine, de systèmes d'auto-apprentissage adaptatifs. Il est impératif que les éducateurs et autres décideurs soient conscients de l'amoindrissement culturel que peut entraîner à long terme un système très élaboré d'enseignement assisté par ordinateur conçu à l'étranger.

Le Canada devrait-il mettre au nombre de ses priorités nationales le développement d'une industrie canadienne de logiciel d'enseignement comme il l'a fait pour la radiodiffusion, la production cinématographique et l'industrie du livre? Si l'on s'attend à ce que la technologie de l'information stimule la croissance économique, quelle est la meilleure façon de créer ces emplois et de préparer les gens à les occuper? Les collèges et les universités peuvent assurer la préparation nécessaire (et le font déjà à un degré restreint) mais pourraient également entreprendre la recherche indispensable et même la production de cours.

Allons encore plus loin dans notre projection. La connexité de la technologie de l'information et de l'éducation est déjà apparente. Mais quels sont leurs liens avec l'évolution et les changements qui affectent la société? Retournons à notre société américaine qui prépare le programme linguistique car la question primordiale concerne l'efficacité de ce type d'enseignement. Quelle est l'utilité de ce type d'enseignement assisté par ordinateur et quel est le temps requis pour les acquisitions par rapport à l'enseignement traditionnel?

Un enseignement efficace produira-t-il de brillants étudiants, des problèmes sociaux ou Dieu sait quoi?

Considérons les conséquences des travaux actuellement en cours. Cette compagnie programme des matériels d'enseignements qui comprennent l'EAO, des diapositives, des vidéodisques et des bandes sonores commandés par ordinateur ainsi que du matériel imprimé spécialement conçu. Toute cette panoplie d'articles vise à dispenser le programme établi par le ministère de l'Education. (Nous laissons en suspens la question de savoir si ce type d'enseignement convient aux enfants étant donné que ces questions normatives seront probablement balayées du revers de la main par les décideurs à cause des intérêts en jeu et des compressions budgétaires).

Supposons qu'elle réussisse et automatise plus au moins l'enseignement des niveaux 5 à 12 comme elle l'envisage. Supposons en outre que les matériels soient modifiés pour s'adapter pratiquement à tout programme national ou provincial. Si l'on répartit l'amortissement des coûts d'élaboration sur de nombreuses écoles, il est vraisemblable qu'un système de ce genre reviendra bien meilleur marché que le système scolaire traditionnel aux prises avec les syndicats. On peut donc concevoir qu'un système commercial de ce genre remplace nos écoles. Il pourrait même être vendu directement aux parents. Dans quelle mesure ce système est-il efficace?

Nous avons déjà dit que le programme des niveaux 5, 6 et 7 ainsi qu'une partie du niveau 8 étaient prêts l'an dernier. On a mis à l'essai ce type d'enseignement dans une école pilote. D'après les rapports, les enfants de cinquième année atteignaient le niveau de la huitième année en cinq mois environ! Arrêtons-nous un moment à cette performance!

A ce rythme, les élèves de cinquième année termineraient leurs études secondaires en un an à peu près. Entreraient-ils au collège ou sur le marché du travail à 12 ans? Seraient-ils de meilleurs étudiants que ceux formés par le système traditionnel? S'ils entraient au collège ou à l'université, qu'arriverait-il sur le plan de leur développement social. Sinon, deviendraient-ils des désoeuvrés et causeraient-ils des problèmes à la société? Les écoles utiliseront-elles ce système pour gonfler ensuite les programmes afin de garder les enfants en classe jusqu'à l'âge de 16 ou 18 ans. Dans ce cas, quels seront les conséquences si nous nous trouvons en face d'un groupe qui a beaucoup plus d'instruction qu'auparavant ou que les autres groupes? Par ailleurs, supposons que les États-Unis ou d'autres pays se dotent de ce type de système scolaire et que le Canada prenne la décision contraire. Nos diplômés et, par conséquent, notre économie en seraient désavantagés. Qu'arrive-t-il si les écoles privées l'adoptent et le système scolaire provincial non? Il est probable que de nombreux parents enverraient leurs rejetons à l'école privée ou choisiraient d'exercer des pressions pour qu'on implante ce système au public. Mais dans ce cas, cette décision serait-elle perçue comme une façon de réduire les dépenses gouvernementales? Si notre commission scolaire ou notre province n'utilise pas ce système alors que d'autres le font, nos enfants peuvent en souffrir et nous contraindre à agir.

Les conséquences culturelles qui sont liées à la mise en place d'un système d'enseignement assisté par ordinateur mais conçu par des étrangers, jointes à la nécessité de promouvoir l'emploi de nos diplômés, nous amènent à une conclusion simple qui renforce un point présenté plus haut: nous ne pouvons nous permettre de ne pas élaborer notre propre version de ce système d'enseignement multimédias assisté par ordinateur (en supposant que des évaluations à plus grande échelle confirment les rapports préliminaires).

L'université de demain?

L'américanisation des universités canadiennes

L'apparition de systèmes informatiques multimédias interactifs équipés de vidéodisques sur écran couleur, capables de stocker quelque 50 000 images ou 4 000 livres sur un disque coûtant quelques dollars, d'ordinateurs à bon marché programmés dans un but pédagogique donné (un livre parlant, par exemple) ainsi que l'intérêt croissant suscité par les programmes de télé-enseignement, tout laisse présager un changement radical qui favorisera l'éducation à la maison et l'éducation au travail. De plus, l'entreprise privée américaine a tous les atouts en main pour maîtriser cet aspect de la technologie de l'information et, si nous ne réagissons pas, le Canada occupera une place analogue à celle qui revient à l'industrie du livre canadien qui n'est qu'une succursale de l'industrie américaine. Donnons un exemple: Texas Instruments fabrique d'ores et déjà des ordinateurs parlants portatifs pour l'enseignement dans les classes élémentaires mais cette pratique pourrait se généraliser. Et il y a d'autres exemples. Nous savons tous que les grandes sociétés disposent des services de scientifiques, d'ingénieurs et autres personnes extrêmement qualifiées. Nombre d'entre eux effectuent des recherches à la limite de la connaissance. Qu'arriverait-il

si l'un d'entre eux décidait de développer et de mettre en place un système d'enseignement assisté par ordinateur au niveau universitaire? Impossible, dites-vous, du fait que les universités sont fondées par charte gouvernementale? Arrêtons-nous à examiner la question. Aux États-Unis, plusieurs sociétés de ce genre sont autorisées à décerner les diplômes et dispensent effectivement un enseignement du niveau du baccalauréat et certaines vont même jusqu'au niveau de la maîtrise et du doctorat. Le fait que ces programmes soient prévus pour leurs propres employés n'exclut pas qu'ils soient accessibles un jour à tout le monde.

Nous avons entendu dire qu'un projet de plusieurs millions de dollars, financé par le gouvernement fédéral (en collaboration avec une province de l'Ouest) était à l'œuvre pour établir dans tous les établissements postsecondaires l'infrastructure nécessaire à l'implantation d'un système d'enseignement par ordinateur dirigé par une société américaine. Si tel est le cas, ceci signifie que l'on donne des emplois ainsi que des fonds à l'étranger. Il est sûr que l'on pourrait trouver des installations canadiennes convenant tout aussi bien.

Le télé-enseignement

Nous entendons par télé-enseignement un système d'éducation ou de formation où l'élève est en général séparé dans l'espace ou dans le temps du spécialiste de la matière enseignée pendant la plus grande partie de cet enseignement. Par conséquent, le télé-enseignement peut être mis en place sur une région fort étendue géographiquement par l'intermédiaire de systèmes en direct ou interactifs (comme par exemple Telidon, câblodistribution, satellite de télécommunications ou ordinateur). Le télé-enseignement peut également utiliser d'autres dispositifs d'auto-apprentissage. Notez que la distance n'est pas un critère déterminant et que l'apprentissage n'est guère différent de ce qu'il est dans les établissements scolaires ou les centres de formation d'entreprise utilisant les mêmes ressources pédagogiques. Le facteur le plus important a trait aux connaissances techniques qui produisent des matériels d'auto-apprentissage de haute qualité.

Il y a eu plusieurs expériences notables, portant pour la plupart sur un vaste échantillon, qui ont démontré l'efficacité des systèmes d'enseignement à distance. Peut-être que l'expérience la mieux connue est celle de l'Open University de Grande-Bretagne. Les étudiants de l'Open University passent environ les deux tiers de leur temps à étudier des notes de cours imprimées et les autres cours sont dispensés par la radio et la télévision. Les travaux sont notés par ordinateur et les étudiants ont la possibilité de discuter avec l'un des 5 000 professeurs dispersés au Royaume-Uni. L'Open University consacre peut-être cinq années-personnes pour mettre au point un cours (ce qui correspond peut-être à 20 fois le temps alloué dans une université traditionnelle). Mais, étant donné que 5 000 étudiants ou plus bénéficient du cours, il est fort rentable d'élaborer ce genre de matériels d'enseignement.

Le Canada dispose de plusieurs systèmes de télé-enseignement. Le plus important est probablement Télé-Université (qui relève de l'université du Québec). Mais il devrait être possible que plusieurs universités collaborent, peut-être avec un organisme national, en vue d'élaborer des matériels et des systèmes d'enseignement de haute qualité qui pourraient être utilisés dans d'autres établissements. Cette initiative réduirait les frais dans certains domaines et libérerait les professeurs qui pourraient consacrer plus de temps aux étudiants et à la recherche. Nous pourrions même créer un réseau de distribution pancanadien analogue au Knowledge Network de Colombie-Britannique de l'Ouest. Ce système pourrait jouer le rôle d'un service public et stimuler la diffusion de programmes de masse destinés aux auditeurs libres tout autant qu'aux étudiants inscrits.

Le marché de l'information : une industrie qui favorise la croissance des multinationales?

Le marché est déjà inondé d'une quantité sans cesse croissante de logiciels d'apprentissage pour les ordinateurs domestiques, surtout au niveau de l'école élémentaire. En arriverons-nous un jour à un menu didactique distribué à notre ordinateur domestique par une université américaine (ceci existe déjà) ou par une société, ou encore par notre propre société de téléphone ou de câblodistribution? Qu'arrivera-t-il alors aux institutions canadiennes? Certaines universités canadiennes se verront-elles alors devenir essentiellement des centres de recherche et des écoles d'études supérieures? D'autres mettront-elles l'accent sur la production de logiciels? Peut-être qu'en fin de compte les étudiants y gagneraient et pourraient rencontrer davantage les professeurs, contrairement à ce qu'affirment de nombreuses personnes. Quoi qu'il en soit, le télé-enseignement qui ne convient peut-être pas à tous les étudiants pourrait devenir le mode privilégié d'apprentissage pour d'autres. Prenons des dispositions pour que nos universités continuent d'exister.

Ce ne sont plus les ministres de l'Éducation et les enseignants qui donnent le ton et disposent des moyens

de modifier l'education. Ce pouvoir est en train de passer aux mains de l'entreprise privee dominee par des societes qui ne brillent pas par leur sens des responsabilites morales, sociales et culturelles visant à favoriser l'epanouissement personnel et culturel. Nous devons etablir un dialogue avec les autres pour determiner notre avenir, tel que nous le voulons.

La mise en place de l'infrastructure necessaire a un enseignement de qualite n'est pas simplement un probleme d'education, c'est un probleme politique, economique et social qui concerne la societe industrielle dans son ensemble. Du fait de son action stabilisatrice sur le plan socio-culturel, il convient de considerer l'education non seulement à l'echelon provincial mais egalement a l'echelon national et a l'echelon local. Mais la question necessitera des recherches, tout autant que des debats et des compromis, avant que l'on trouve la solution ideale.

L'ordinateur fait son entree dans les écoles

Toute la publicite faite autour des micro-ordinateurs et des ordinateurs nous fait litteralement oublier que nos foyers sont pleins de telephones, de moteurs, etc. dont en general nous ne savons rien. Même si nous admettons que les ordinateurs sont importants, il n'est pas evident que l'on doive apprendre leur fonctionnement interne. Tom Rich (1983) nous donne un excellent aperçu des repercussions des ordinateurs sur les ecoles canadiennes. Sa conclusion est pertinente, nous ne savons pas encore ce qui arrivera si l'on generalise l'utilisation de ces machines. La plupart des provinces sont sur le point d'installer des ordinateurs dans toutes les ecoles, ou l'ont deja fait. L'Ontario et le Quebec envisagent même d'etablir des usines d'ordinateurs pour le marche de l'enseignement. Et la plupart des provinces ont defini une politique et forme des groupes d'utilisateurs axes sur les ecoles en vue de promouvoir les echanges.

Il y a en principe plusieurs utilisations possibles de l'ordinateur à l'ecole : comme calculateurs, comme machine de traitement de texte ou comme machine de traitement de l'image; comme instrument pour résoudre des problemes (simulateurs, par exemple,) comme matériel pedagogique ou machine à enseigner, comme unite de contrôle d'opération (robotique, par exemple), comme discipline d'enseignement, comme moyen d'apprendre la programmation. En pratique, semble-t-il, la plupart des écoles s'en tiennent à la programmation et à l'etude de ce qu'est un ordinateur. La programmation n'est pas seulement une aptitude exploitable, elle peut être encore plus utile en tant qu'introduction a une pensee rigoureuse, disciplinee.

Il est possible que les coûts de logiciel empêchent l'introduction generalisee de l'enseignement assiste par ordinateur. Indubitablement, de plus en plus d'ordinateurs vont trouver leur place dans les ecoles et l'habilite extraordinaire des etudiants a les utiliser sera vraisemblablement fort impressionnante. Mais il convient de mettre tout en œuvre pour preparer les enseignants a cette invasion. Il faut donc offrir des cours, creer des materiels d'auto-apprentissage et peut- être leur offrir un enseignement assiste par ordinateur. Nous pourrions creer un consortium national pour partager les materiels.

De la calculatrice de poche à l'enseignement de poche

Il existe deja des terminaux de poche a ecran de visualisation plat et le Conseil des sciences du Canada (1982) nous predit un ordinateur de poche plus puissant que les machines qui valent actuellement plusieurs millions de dollars. Quels problemes et quelles possibilites ces previsions nous laissent-elles entrevoir? Quelles recherches devrions-nous entreprendre?

Il semble certain que l'enseignement assiste par ordinateur sous une forme portative sera disponible et apportera à l'etudiant les meilleures strategies d'enseignement et d'apprentissage (et les connaissances) de certains de nos plus grands professeurs. La calculatrice de poche si courante pourra être remplacee par un professeur toujours à portee de la main s'attachant a guider l'etudiant dans une matiere donnee. Inutile d'ajouter que cette revolution entrainera des changements dans les programmes. Mais elle requiert egalement un grand nombre de recherches si nous voulons concretiser ce rêve.

L'intelligence artificielle et le dialogue avec des spécialistes

Il est un domaine de recherche qu'il convient d'exploiter: les systemes de specialistes et d'intelligence artificielle (IA). Mais où prendre les fonds? Le Conseil de recherches en sciences humaines et le Conseil de recherches en sciences naturelles et en genie devraient etablir des programmes strategiques de subventions pour permettre de mener à bien ce genre de travaux ainsi que tout ce qui concerne la technologie de l'information en général. Le gouvernement du Canada devrait-il inscrire l'enseignement assisté par ordinateur dans ses priorités nationales et peut-être etablir des centres de

recherche-developpement au sein du groupe d'enseignement assiste par ordinateur du Conseil national de recherches, au sein du ministere des Communications ou dans des centres regionaux importants? Voulons-nous, au contraire, un seul de ces centres mais dote d'un budget susceptible d'attirer des savants d'envergure internationale dans le domaine de la psychologie cognitive, de la philosophie, de la technologie de l'enseignement, des sciences informatiques, de la cybernetique, etc.? Il ne convient peut-être pas de se limiter à cet egard. Le Canada dispose maintenant de chercheurs de talent qui doivent surtout se tourner vers l'etranger pour disposer des fonds necessaires à leur recherche. Combien de temps encore pourrons-nous les conserver sans les aider substantiellement?

Modelisation de la connaissance, enseignés et formes d'intelligence

Tout systeme d'enseignement assiste par ordinateur fonde sur une intelligence artificielle doit comprendre un modele des tâches ou de la matiere a enseigner. Il doit comprendre egalement une representation des connaissances de l'etudiant et de sa capacite a executer les operations requises. Il requiert par surcroit une representation des autres activites d'enseignement ou d'apprentissage qui pourraient repondre aux besoins de l'etudiant. Enfin, il requiert un modele d'apprentissage qui guide les rapports etudiant-professeur et analyse les centres d'interêt de l'etudiant, ses preferences, ses besoins, etc. de façon a faire des deductions lui permettant de choisir la meilleure information possible et le mode de presentation le plus adequat. Citons un exemple pour illustrer notre propos. Un groupe de recherche canadien finance par les Etats-Unis (le centre de recherche systemique et d'epistemologie appliquee de l'universite Concordia) etudie actuellement plusieurs questions liees entre elles et auxquelles il faut repondre en priorite: comment analyser et representer le principe organisationnel qui lie entre eux les notions, les mecanismes, les relations, etc. Comment mettre en evidence la forme d'intelligence et comment leur presenter un contenu adapté? Comment mettre au point un programe pour l'apprentissage individualise? Et comment ces tâches peuvent-elles être menees à bien par un ordinateur? Ce sont les recherches dans cette voie qui nous donneront peut-être les connaisances necessaires pour dispenser un enseignement individualisé par l'intermediaire de l'ordinateur. Jusqu'à ce que nous connaissions les réponses à ce sujet, il est probable que la plupart des programmes resteront des exercices de type repetitif ou des unités d'enseignement avec tests. Quels que soit leur valeur, ils ne valent pas le dialogue avec un spécialiste.

Ces recherches et ces progrès qui visent à mettre en place une forme efficace d'enseignement individualise pourraient se reveler utiles non seulement à la maison ou à l'ecole mais egalement au travail. Employes et gestionnaires pourraient même discuter avec ce systeme pour obtenir de l'information pertinente concernant une decision a prendre. Mais d'ou viendront les fonds destines à subventionner les étudiants des etudes superieures et les professeurs d'université s'adonnant a la recherche? Une chose est sûre, l'on doit trouver des fonds maintenant pour former les chercheurs canadiens dans tous les domaines de la technologie de l'enseignement et de l'information. Demain il sera trop tard.

L'idée de l'enseignement individualisé

D'ores et déjà, étant donne qu'ils frequentent, a l'extérieur de la salle de classe, des lieux ou circule l'information, equipes de postes de television à plusieurs chaines, de livres, de jeux sur ordinateur, de programmes d'enseignements informatises, et grâce a leurs discussions, les étudiants assimilent des connaissances qui deviennent de plus en plus complexes et exceptionnelles. A la différence de l'instruction de masse ou d'un enseignement programmé assiste par ordinateur, l'enseignement individualisé implique une adaptation aux differences individuelles en ce qui a trait à la connaissance, au type d'intelligence, aux preferences, aux comportements, à l'experience et a l'intention. C'est ici que nous butons sur l'aspect le plus contrariant de la technologie de l'enseignement.

Le professeur doit avoir un modèle de l'élève

Lorsqu'il s'agit de concevoir un système d'enseignement, ignorer les caractéristiques des mecanismes d'apprentissage entraine presque infailliblement une mauvaise adaptation des techniques au sujet. Les recherches nous démontrent que le simple appariement du mode d'enseignement au mode d'apprentissage peut multiplier par dix le rythme d'apprentissage par rapport à ce qu'il est en l'absence d'appariement. Comment les technologues de l'education peuvent-ils parler d'apprentissage individualisé sans tenir compte des différences individuelles essentielles? En général, on se contente d'élaborer une seule activité pédagogique ou module, et, tout au plus, des esquisses de versions parallèles. Les systèmes adaptatifs sont coûteux mais peuvent être construits même au stade préliminaire de la recherche

ou nous en sommes en ce qui concerne l'enseignement assisté par ordinateur s'appuyant sur une intelligence artificielle. Mais il semble que cet objectif soit trop coûteux pour que des travailleurs isolés s'y attaquent. Il convient peut-être de créer un organisme national de publications dans le domaine de l'enseignement assisté par ordinateur, ou un bureau central, et un organisme chargé de la mise en marche.

Fait également capital, les technologues de l'enseignement ignorent la plupart des recherches qui ont été faites sur l'apprentissage et démontrent la futilité d'essayer d'inventer des méthodes et de matériels d'enseignement, qui produisent habituellement les résultats pédagogiques prévus mais limités pour les étudiants. Cette attitude a comme conséquence de déshumaniser l'étudiant en le traitant comme un objet plutôt que comme une personne active, capable de faire des choix, avec ses propres goûts et ses propres capacités. L'autre conséquence est que l'on encourage une stratégie d'apprentissage superficielle plutôt qu'un apprentissage en profondeur, reposant sur une compréhension globale de la matière enseignée.

Formes d'intelligence

Gibbs (1981) relate une étude menée à Harvard où l'on avait demandé aux étudiants de lire un texte d'introduction pendant 20 minutes. Ils devaient ensuite répondre à un test objectif. Tous réussirent très bien ou même exceptionnellement bien. On leur demanda ensuite de résumer le chapitre en une phrase ou deux. Vous pensez peut-être que la plupart ont été capables de le faire. Vous vous trompez car seulement 1 p. 100 ont pu le faire. Les 99 p. 100 restants n'avaient par conséquent pas essayé de comprendre ce qu'ils lisaient. Ce type de comportement passif n'est probablement pas particulier aux étudiants de Harvard. Ces résultats suscitent une simple question: quelle était leur perception de l'apprentissage?

On peut classer les étudiants dans deux catégories suivant qu'ils ont une attitude active ou passive à l'égard de l'apprentissage. Cette deuxième catégorie voit l'apprentissage comme quelque chose qui vous arrive tandis que l'étudiant actif voit l'apprentissage comme quelque chose à faire, c'est-à-dire comportant des recherches pour comprendre plutôt que de se contenter de gratter la surface pour emmagasiner suffisamment de connaissances pour réussir le test. On doit rapprocher cette observation des idées de Capra (1982) qui considère que notre système d'éducation est le produit d'un modèle mécanistique qui domine l'enseignement depuis plusieurs siècles et qui est analytique plutôt que global. Il s'ensuit que l'on se préoccupe souvent plus de transmettre efficacement de l'information que de développer la faculté de raisonner des individus. Idéalement, les systèmes d'enseignement individualisé devraient promouvoir une approche active.

Naturellement, il y a d'autres possibilités. L'une d'entre elles consiste à enseigner aux étudiants à apprendre comment apprendre. Et peut-être que l'on pourrait aider les étudiants à acquérir une attitude active, globale, dans leur apprentissage de façon à ce qu'ils puissent comprendre et non simplement se rappeler ce qu'ils ont étudié. Ils pourraient également apprendre à se concentrer, à lire facilement et rapidement, à résoudre facilement des problèmes, à prendre des notes qui correspondent aux grandes lignes du cours, etc. Ils pourraient également apprendre à communiquer et à discuter des questions difficiles.

Un autre modèle qui me vient à l'esprit est celui de l'université de King's College de Halifax dont le programme de première année comprend un mélange stimulant de classes en grands groupes, de discussions en groupes restreints, d'enseignement individuel et de discussions non structurées venant s'ajouter à un vaste programme de lectures incluant des auteurs anciens et modernes, et portant sur l'art, les sciences, la religion, la philosophie, etc. Nul doute que l'enseignement assisté par ordinateur pourrait apporter quelque chose mais l'on peut dire que les étudiants du King's College disposent déjà d'un système d'enseignement individualisé.

Éducation et emploi

Les changements dans l'organisation du travail mènent tout droit à l'obligation de s'ouvrir à de nouvelles possibilités d'emploi et à de nouvelles activités sociales.

La technologie de l'information, avec tout ce qu'elle suppose de recherche-développement dans le domaine des communications, de la robotique, de l'éducation, de la cybernétique et de l'organisation, offre l'occasion non seulement de se livrer à des recherches fascinantes mais aussi de créer de nouveaux emplois. Mais en même temps, si nous n'arrivons pas à regrouper nos efforts de toute urgence à l'échelle nationale, nous risquons de rater le coche et de permettre à d'autres pays, qui nous vendront par la suite leurs biens et services, de créer ces emplois. La différence dans la balance des paiements pour le pays producteur-exportateur de

materiel et de logiciel, par rapport au pays importateur, pourrait bien être de l'ordre 10 à 20 milliards de dollars par an.

Etant donne que la technologie est étroitement liée à l'éducation, il est primordial d'accroître les fonds consacres à l'enseignement superieur, ainsi qu'à la recherche-développement, si nous voulons préparer la population aux rôles nouveaux qu'elle devra assumer.

Comment les gens en arriveront-ils à acquérir les nouvelles compétences pour trouver leur place dans ce monde de la technologie de l'information? Certes, il faudra accorder une plus grande importance encore à l'éducation scolaire, aux études universitaires et à la formation en milieu de travail, mais il faudra penser également à recycler les gens remplaces par des machines. Pour plusieurs, ce recyclage sera difficile; pour bien d'autres, impossible. Il importe donc de mettre au point de nouvelles méthodes pour faciliter l'apprentissage, le rendre plus attrayant et, si possible, moins onereux que les façons de faire traditionnelles utilisées depuis bientôt plus d'un siècle. Il importe en outre d'aider les gens à s'adapter, non pas tant au changement qu'au rythme de ce changement, qui touche les connaissances, la technologie, les machines, les méthodes, les emplois, le mode de vie, la société. Comment la technologie de l'éducation est-elle en mesure d'aider tout et chacun à optimiser son potentiel d'apprentissage malgre les énormes écarts dans les capacités et les besoins individuels? Il faudra reconnaître, en tout cas, que l'éducation est l'affaire de toute la vie, du berceau au tombeau.

Apprentissage permanent

On peut concevoir l'éducation comme la nécessité d'atteindre à l'épanouissement personnel et culturel. Cette vision repose sur un processus s'étendant de la plus tendre enfance jusqu'à la mort. L'éducation n'est pas synonyme de scolarisation. Il convient de se rappeler qu'il n'y a pas si longtemps encore, l'art de la conversation était la marque de la personne éduquée. De nos jours, le savoir et l'éducation sont des ressources primordiales tant pour l'individu que pour la nation. La personne éduquée s'engage dans une longue aventure qui contribue autant à l'évolution du pays qu'à la sienne propre. C'est pourquoi les liens sont si serrés entre éducation, travail et loisirs. Souvent, la fiche de paye est le seul facteur de différenciation entre les diverses catégories d'apprenants.

Entre-temps la machine que l'on appelle éducation continue de tourner, engouffrant de plus en plus d'argent. Alors que les pays riches financent à même les deniers publics de 10 à 20 ans de scolarité pour chacun, la moitié des enfants du monde se voient interdire une place à l'école. D'énormes difficultés doivent être surmontées avant que l'humanité dans son ensemble puisse jouir du bien-être, du confort et des possibilités d'épanouissement offerts actuellement à une infime minorité. Pourquoi le Canada ne mettrait-il pas au point une nouvelle approche de l'éducation et de la formation, que l'on pourrait exporter dans les pays en voie de développement et qui permettrait à des Canadiens d'œuvrer en tant qu'experts- conseils ou personnes ressources? Ces nations en voie de développement pourraient ainsi, avec notre aide, faire le saut directement dans le XXIe siècle. Mais nous devons tout d'abord examiner les options qui s'offrent à nous.

Les besoins

La survie de la nation

L'éducation et la formation au Canada sont une entreprise qui coûte des milliards de dollars et l'amélioration de l'efficacité, quand ne serait-ce que de un pour cent, serait un apport considérable pour la moitié de la population directement concernée. Mais le premier souci de l'Etat n'a rien à voir avec les besoins de formation et de recyclage. Il s'agit en premier lieu de survivre dans un monde de concurrence acharnée. En ce sens, le marché de logiciels valant plusieurs milliards de dollars, que l'on a évoqué plus haut, devrait inciter les gouvernements fédéral et provinciaux à développer les compétences dans le domaine de la technologie de l'information, en général, et de la technologie de l'éducation, en particulier.

Le créneau qui s'est ouvert pourrait bien se refermer d'ici deux à trois ans. Il faudrait que dans l'intervalle, l'industrie canadienne du logiciel fasse un bond en avant, faute de quoi on risque d'assister, impuissant, à la fuite des cerveaux et des capitaux. Serait-il possible de réveiller le sens de l'urgence et un élan visionnaire capables d'orienter les priorités en vue de la construction du monde de demain? Ne pourrait-on pas penser à la création d'une université ou d'un collège national, organisé peut-être par télé-enseignement tout en étant intégré aux universités actuelles? L'Association canadienne des professeurs d'université et l'Association des universités et collèges du Canada pourraient être encouragés à mettre ce projet sur pied avant d'être devancés par une multinationale.

Formation par l'État

L'État pourrait apporter une contribution considérable tout simplement en regroupant les besoins de formation actuels de l'Administration et de la Défense, pour les organiser de manière à favoriser l'émergence d'une industrie canadienne de technologie de l'éducation et de l'information. De cette façon, notre avenir serait meilleur que si l'on se contentait d'exporter notre argent, nos emplois et même nos responsabilités en ce qui a trait à notre évolution culturelle. Il importe donc de libérer des fonds pour financer les centres de recherche et les savants canadiens.

Le Canada devrait-il s'engager plus activement? D'autres états occupent déjà une place de première importance dans le domaine des technologies de pointe. La course du Japon vers les ordinateurs de cinquième génération est appuyée par la présence d'un centre de développement des logiciels. Les États-Unis, la France, la Grande-Bretagne, et d'autres pays encore, sont extrêmement actifs dans ce domaine. Il n'est pas sans intérêt de rappeler qu'un tout petit pays, Singapour, a décidé de se doter d'une industrie de logiciels. Les programmes des établissements y ont été modifiés de manière à intégrer l'informatique et on a créé un Institut de technologie des systèmes qui offre des cours de formation. On prévoit par ailleurs l'ouverture d'un Institut d'études informatiques.

De nombreux stimulants, certains extrêmement avantageux, sont offerts pour lancer l'industrie des logiciels. Singapour s'est évidemment rendu compte de la difficulté de rivaliser avec les géants de la fabrication et de la commercialisation du matériel informatique. Mais le marché de l'enseignement assisté par ordinateur et des logiciels ne fait que de s'ouvrir.

Banque nationale de logiciels d'apprentissage et programme de commercialisation

Pour compléter le programme national d'éducation et de formation, il faudrait mettre en place un protocole normalisé de stockage des cours, un dépôt national des logiciels d'apprentissage ainsi qu'un système de gestion et un programme de mise en marché. On pourrait ici avoir recours au langage NATAL, l'un des rares langages de programmation relativement indépendants de la machine. NATAL est adaptable à une grande variété de terminaux, y compris Telidon.

De même que l'industrie de l'édition, telle qu'elle existe actuellement, ne pourrait survivre sans les nombreux programmes d'État qui subventionnent les maisons d'édition et les auteurs, l'industrie canadienne des logiciels risque de piétiner sans l'aide de programmes analogues. Un autre modèle qui s'offre à nous est celui de l'Office national du film qui a produit et mis en marché de nombreux et excellents films. Un organisme semblable pourrait avoir comme mandat de produire des programmes d'enseignement assisté par ordinateur et autres logiciels. En Grande-Bretagne, la B.B.C. offre un cours informatisé d'alphabétisation qui a recours non seulement à des livres, à la radio et à la télévision, mais aussi à des ordinateurs bon marché. Et la B.B.C. diffuse des programmes informatisés que les utilisateurs enregistrent sur magnéto-cassettes. On pourrait imiter ce modèle pour distribuer gratuitement au Canada divers logiciels. Le problème de la commercialisation pourrait également être pris en charge par la création d'un fonds canadien de développement des logiciels d'apprentissage. Enfin, grâce à un organisme central d'orientation et de mise en marché, on pourrait aider des milliers de programmeurs du dimanche à pénétrer l'industrie des logiciels.

Promotion de la formation

Certains pays lèvent un impôt spécial sur les entreprises pour remettre ensuite ces fonds aux services de formation de ces mêmes entreprises ou pour les affecter à un consortium qui s'occupe du matériel pédagogique de l'ensemble de l'industrie. Ce genre de stimulants fiscaux pourrait jouer un rôle non négligeable dans l'amélioration du matériel d'enseignement et peut-être même dans la promotion de l'industrie des logiciels d'apprentissage.

Centre national de recherche sur l'apprentissage assisté par ordinateur

Pour coordonner les activités canadiennes, on pourrait songer à la création d'un centre ou d'un réseau d'apprentissage assisté par ordinateur. (Pour nous, «apprentissage assisté par ordinateur» est un terme générique englobant la conception, la programmation et l'utilisation de systèmes capables de créer, de traiter, de stocker, d'extraire, d'utiliser et de communiquer des données. Il se rapporte donc à l'épistémologie appliquée, aux systèmes de dialogue avec des spécialistes et même à la robotique, en plus de l'apprentissage proprement dit.) Ce centre serait un organe directeur ayant pour mandat de promouvoir le développement et l'application des logiciels d'apprentissage et autres aspects de la technologie de l'éducation au Canada. Il pourrait

constituer un point central pour la collecte et la diffusion de l'information, pour conseiller les decideurs de l'Administration et des grandes entreprises, pour lancer des programmes de recherche-développement, pour s'engager dans d'autres activités valables du point de vue de la societe.

Même si ce centre devrait être financé par le gouvernement fédéral et, idéalement, avoir des liens directs avec le Cabinet, il existe plusieurs options pour la mise en œuvre de cette recommandation: par exemple, la création d'un nouvel organisme, d'un nouveau service à l'intérieur d'un ministère actuel, d'une supra-division touchant deux ou plusieurs ministères, d'un nouvel institut (une université, par exemple). Cet institut pourrait être implanté un peu partout au Canada. Enfin, il ne faut pas négliger le rôle que pourrait jouer le Centre national de recherches à cet égard.

Une autre question importante est de savoir s'il est possible, et comment, d'affecter des fonds à des recherches et à un développement vraiment valables. Il faudrait créer une agence d'affectation des fonds s'intéressant à toutes sortes de projets: recherche-développement dans les groupes et centres, publication de logiciels, bourses d'études à des étudiants ou bourses de perfectionnement, aide à des étudiants étrangers, etc.

Un modèle pour le Canada

Le centre proposé pourrait enfin faire partie d'un Institut national de cybernétique créé en vue de mettre au point un modèle économique viable pour le pays (Beer, 1979). Lorsqu'on a affaire à des systèmes de la complexité de la nature humaine, on doit se rendre à l'évidence que tout est intimement entremêlé et qu'il importe, par conséquent, de rejeter les approches traditionnelles ainsi que l'habitude de morceler les problèmes en sous-problèmes isolés. On doit également se rendre compte que le système observant et le système observé sont interreliés: nul observateur ne peut donc prétendre à l'objectivité. Ajoutons qu'il faut admettre que les analyses purement quantitatives sont insuffisantes et qu'en fin de compte on ne peut mettre de côté les variables esthétiques ou morales qui, elles aussi, doivent être intégrées à l'analyse, à la planification, à la prise de décision. C'est pourquoi l'on ne peut se passer des collaborations transdisciplinaires.

Il faudrait donc que soit mis sur pied un modèle cybernétique de la nation que pourraient consulter les cabinets fédéral et provinciaux. La complexité des systèmes interreliés, avec tous leurs circuits de rétroaction, oblige nos gouvernements à disposer des meilleurs outils possibles pour gouverner. Notre avenir dépend de notre volonté à créer ces outils. Le modèle cybernétique proposé, intégrant parmi les autres composantes l'éducation, la technologie de l'information, etc. pourrait devenir un instrument extrêmement précieux d'élaboration de la politique.

Conclusion

Nous avons examiné ici un modèle d'éducation (avec la formation comme sous-composante) plus complexe et plus fécond que ceux présentés habituellement. J'ai essayé de montrer que l'éducation est un facteur primordial tant à l'échelon individuel qu'à l'échelle nationale; que l'éducation, le travail et les loisirs forment un tout inextricable qui se développe tout au long de la vie.

A notre époque de capacité de traitement informatique pratiquement illimitée et de communications instantanées à travers le monde, la question centrale que pose la technologie de l'information est d'ordre politique. Quel type de société, nous, les Canadiens, voulons-nous créer pour nous-mêmes et pour les générations futures? En deuxième lieu, quels moyens sommes-nous disposés à mettre en œuvre?

Allons-nous domestiquer l'ordinateur et l'utiliser pour le plus grand bien de chacun, ou allons-nous tout simplement en faire un instrument de domination des uns par les autres? Le Canada arrivera-t-il à élaborer une politique nationale de production de logiciels d'apprentissage et d'autres éléments de la tehnologie de l'éducation et de l'information? Ce dont nous avons besoin maintenant, c'est de quelqu'un qui soit capable de construire un modèle viable de systèmes qui orienterait le secteur de l'éducation et de la formation, au sein d'une économie en évolution rapide, et qui ferait appel aux compétences de chacun. Ce but est réalisable: avec un peu de courage, d'initiative, d'engagement — et la prise de conscience des effets désastreux qui risquent de découler de l'indécision.

P. David Mitchell

Bibliographie

1. Beer, S. (1974) *Platform for Change*. New York: John Wiley.

2. Beer, S. (1979) *The Heart of Enterprise*. New York: John Wiley.

3. Beer, S. (1982) *The Will of the People*. The Lindsey Sutcliffe Lecture, Middlesex Polytechnic. Londres.

4. Capra, F. (1983) *The Turning Point*. Toronto, Bantam.

5. Fridrichs, G. et A. Schaff (éd.) *Micro-electronics and Society, a Report to the Club of Rome*. Scarsborough: New American Library, 1983.

6. Gibbs, G. (1981) *Teaching Students to Learn*. Milton Keynes: Open University Press.

7. Holden, E. (1983) *Training for Performance and Profit*. Montreal: les Éditions Cybersystems.

8. Mitchell, P.D. (1983) *Mediating Human Presence Through Computer Aided Learning: Toward an Expert* System. Dans les compte-rendus du Fourth Canadian Symposium on Instructional Technology. Ottawa: Conseil national de recherches.

9. Pask, G. and S. Curran (1982) *Microman, Computers and the Evolution of Consciousness*. New York: Macmillan.

10. Rich, T. *The Impact of Computers on Canadian Schools, Programmed Learning and Educational Technology*, 1983, août, p. 167-173.

11. Conseil des Sciences du Canada (1982) *Planning Now for an Information Society, Tomorrow Is Too Late*. Ottawa: Conseil des Sciences du Canada.

12. Shaw, M. et B. Gaines (1983) *Computer System in the Knowledge Environment: a New Medium*. Dans G.E. Lasker (éd.) *The Relation Between World Problems and Systems Learning*. Seaside, Calif.: Intersystems.

13. Whitehead, A.N. (1929) *The Aims of Education and Other Essays*. Londres: Macmillan.

BIBLIOGRAPHIE CHOISIE

THÈME I — LA TECHNOLOGIE ET L'AVENIR DU CANADA

Ian Barron et Ray Curnow, *The Future with Microelectronics: Forecasting the Effects of Information Technology*, Frances Pinter, Londres, 1979.

L'un des meilleurs d'une série d'ouvrages traitant, en termes assez généraux, de micro-électronique et de ses applications. L'ouvrage puise abondamment dans l'expérience britannique et fournit une analyse qui est peut-être l'une des études les plus citées des repercussions à long terme des nouvelles techniques sur l'emploi.

Michael L. Dertouzos et J. Moses (éditeurs), *The Computer Age: a Twenty-Year View*, MIT Press, Cambridge (Mass.), 1979.

Cet ensemble d'essais originaux rédigés pour le bicentenaire américain fait appel aux spécialistes du MIT et à d'autres experts pour examiner la gamme complète des progrès de l'informatique, de ses applications ainsi que de ses répercussions tant actuelles que des vingt prochaines années. L'ouvrage a ceci de particulier qu'il fournit aux principaux spécialistes l'occasion de faire des conjectures officieuses sur l'évolution probable des domaines dans lesquels ils contribueront à l'avènement des progrès liés à cette évolution (Nicholas Negroponte, sorties graphiques pilotées par ordinateur; Terry Winograd, intelligence artificielle; Saymour Papert, enseignement aidé par ordinateur, etc.)

Direction des études industrielles, Ministère de l'Industrie, du Commerce et du Tourisme (Quebec), *L'industrie de l'électronique au Québec: analyse et perspectives*. Québec, 1981.

Il s'agit d'une étude sectorielle de l'industrie électronique où l'on examine la situation actuelle de l'industrie au Québec dans le contexte canadien; son organisation et sa structure; ses facteurs de production; et ses marchés. L'étude se termine par l'examen des éléments requis pour améliorer et étendre les niveaux d'activité actuels.

D. Godfrey, J. Madden, D.F. Packhill, A. Ouimet, *Gutenberg II*, Press Porcepré, Victoria, 1980, D. Godfrey, E. Chang (éd.), *The Telidon Book*, Press Porcepré, Victoria, 1981.

Dans *Gutenberg II*, plusieurs des experts qui ont mis au point le Télidon, une technologie vidéotex canadienne, décrivent le système et examinent avec d'autres leur conception de son évolution. Ils présentent l'image d'un médium de masse, destiné aux communications informatiques interactives, qui réalise définitivement le grand rêve canadien de la «ville fonctionnant par câbles» et du «pays entièrement desservi par câbles». L'ouvrage applique cette image aux circuits économiques, mettant fortement l'accent sur les aspects practiques de l'installation et de la vente de Telidon à l'échelle tant nationale qu'internationale, et sur les détails techniques des systèmes vidéotex.

Pamela McCorduck, *Machines Who Think*, W.H. Fruman and Co., San Francisco, 1979.

Écrit par un non-spécialiste pour des profanes, cet ouvrage fournit un historique de l'intelligence artificielle en tant que discipline et technologie. Il contient aussi une introduction utile aux techniques d'IA, aux sous-disciplines d'IA, tels les systèmes d'experts, les interfaces de langues naturelles et la robotique, et expose certains des problèmes moraux, philosophiques et techniques.

Ministère de l'Industrie et du Tourisme (Ont.) *Background Papers for the Government Microelectronics Task Force*. Toronto, 1981.

Le gouvernement de l'Ontario a préparé une série d'études générales pour son groupe de travail chargé de la microélectronique. Ces documents examinent les événements canadiens et internationaux concernant notamment l'industrie électronique, le logiciel ainsi que le taux de diffusion des innovations fondées sur la micro-électronique, et tentent de situer l'Ontario dans ce contexte. De plus, ils analysent les possibilités actuelles et éventuelles des marchés basés sur l'électronique.

Le Monde, *L'informatique aujourd'hui*, Paris, 1982.

Il s'agit d'un rassemblement des articles publiés dans *Le Monde*, l'un des journaux les plus prestigieux du monde, sur le sujet de l'informatique (technologie de l'information). On y traite des techniques, des politiques, des applications et des impacts, avec glossaire très utile et bibliographie des documents en français. En tant qu'exposé de l'observateur intelligent subissant chaque jour les événements précipités par la micro-électronique et y réagissant, cette collection offre, même prise en éléments détachés, un intérêt des plus marqué.

Nature, numéro spécial sur la *biotechnologie*, 10 janvier 1980.

Écrit pour le profane qui s'intéresse spécialement aux sciences naturelles, ce numéro fournit une bonne introduction, du point de vue international, aux possibilités, aux questions et aux problèmes qui entourent la biotechnologie. L'auteur estime qu'il y a d'importantes possibilités industrielles à exploiter, mais que cette exploitation présente aussi des risques tant pour la science que pour la société. L'article contient une intéressante description des domaines d'évolution possible ainsi qu'un historique général de l'explosion actuelle d'intérêt à cet égard.

J.-M. Salvador, *La bureautique au Québec*, Ministère des Communications, Québec, 1983.

Ce bref document est l'une des études préparées comme documentation pour une grande conférence ayant eu lieu au Québec en octobre 1983 sur les communications. On y examine la situation actuelle de la participation du Québec à la production de biens et de services dans le domaine de la bureautique.

Scientific American, numéro spécial sur la *mécanisation du travail*, septembre 1982.

Dans ce numéro, on réunit les analyses portant sur la mécanisation/automatisation de divers types de travail: agriculture, exploitation minière, conception et fabrication, commerce et bureautique, ainsi que plusieurs articles d'intérêt plus général. S'il n'y a pas de technologie particulière qui présente une importance appréciable pour tous les domaines, la combinaison de plusieurs événements d'ordre technologique entraîne des transformations dans la plupart des domaines analysés.

Conseil des sciences du Canada, *Biotechnology in Canada: Promises and Concerns*, Ottawa, 1980.

Ce document fournit les résultats d'un atelier de travail au cours duquel on a examiné l'éventail des problèmes que présente l'évolution de la biotechnologie sur le plan industriel. L'auteur y expose tant les possibilités que cette dernière offre pour l'industrie que les limitations du Canada quant à sa capacité de mettre à profit ces possibilités. On y relève aussi certains des problèmes d'ordre médical, moral et juridique soulevés par la recherche biotechnologique.

Comité spécial des énergies de rechange et du remplacement du pétrole, *Energy Alternatives* (énergies de rechange), Approvisionnements et Services Canada, Ottawa, 1981.

Cette étude, exécutée par un comité spécial du Parlement, examine le «système énergétique» actuel du Canada et analyse le rôle possible de divers types d'énergie de rechange, y compris l'utilisation d'autres sources d'énergie et d'autres technologies énergétiques. On y donne un résumé très utile des progrès possibles de la technologie ayant un rapport avec l'énergie ainsi que les domaines de recherche actuels et de l'activité de mise en valeur.

R. Uhlig, D. Forbers, J.H. Bair, *The Office of the Future*, North Holland Press, Amsterdam, 1979.

Cet ouvrage, produit par les Bell Northern Research Labs, examine tous les aspects de la bureautique, y compris les systèmes de technologie, le rôle des communications ainsi que l'impact probable sur les individus et les organismes. Bien que manifestement le résultat d'une collaboration, ce livre est l'un des ouvrages les plus clairs, les plus complets et les plus sérieux qui aient été publiés sur le sujet. Les auteurs n'ont pu toutefois prévoir la prolifération actuelle des ordinateurs personnels dans les bureaux et l'impact qu'ils ont et continueront d'avoir.

THÈME II — LES INQUIÉTUDES SUSCITÉES PAR LES CHANGEMENTS TECHNOLOGIQUES

Marc Bélanger, *The New Electronic Canada*, Syndicat canadien de la Fonction publique, *The Facts* (v. 5, no. 7, septembre 1983).

Ce document dynamique est un numéro spécial de la revue offerte aux membres du SCFP. On y examine les nouvelles technologies de l'information et des communications ainsi que leur impact, du point de vue du travail, sur l'hygiène et la sécurité, l'emploi et la société en général. L'auteur relève des points qui suscitent des inquiétudes.

Linda Blais, *Les impacts de la technologie de l'information*, Ministère des Communications, Québec, 1983.

On donne ici un bref aperçu des impacts probables des nouvelles technologies, l'accent étant mis sur les impacts positifs dans le domaine des professions, de l'utilisation de l'énergie et du développement culturel. L'auteur signale une gamme d'impacts négatifs, particu-

lièrement du point de vue des francophones et des Québécois.

P. Bonnelli, A. Fillian, *L'impact de la micro-électronique*, Commissariat général du Plan, Paris, 1981.

Destiné au président de la France, ce rapport examine les nouvelles technologies micro-électroniques et les progrès industriels connexes, ainsi que leur application au consommateur et à d'autres fins et leur impact sur l'utilisation de l'énergie, la productivité et l'emploi. Il renferme des recommandations proposant une série d'initiatives à prendre pour surmonter les défis qui ont surgi.

Michael Brown, B. Billingsley, R. Rhumai, *Privacy and Personal Data Protection*, Publication de recherche no. 15, Commission de la liberté de l'information et de la protection de la vie privée (Commission Williams), Gouvernement de l'Ontario, 1980.

Cet ouvrage et certains des autres volumes du rapport de la Commission Williams fournissent une documentation très utile sur les questions de protection de la vie privée qui peuvent se poser à la suite de la généralisation de l'information et de l'interrelation des bases de renseignements personnels. Ce rapport examine en détail les pratiques actuelles du gouvernement de l'Ontario et fournit une utile série d'études de cas concernant la tenue et l'utilisation des données personnelles dans un certain nombre de domaines.

Michel Clermont, *Informatique et emploi*, Ministère des Communications, Québec, 1983.

Dans cette étude, on examine les impacts probables des technologies de l'information sur l'emploi et les employés du Québec, y compris l'organisation du travail, le lieu et la durée du travail, l'hygiène et la sécurité, etc., et fait des recommandations au sujet des mesures que le gouvernement devrait prendre pour faire face à ces impacts. L'auteur puise aux même sources d'information limitées que les autres rapports traitant de cette question.

Kai Elgie (éd.) *Proceedings of the Forum on the Social Impacts of Computerisation*, Waterloo Public Interest Research Group, Waterloo (Ont.), 1982.

A cette conférence, on a réuni certains des plus brillants penseurs qui se sont penchés sur les impacts sociaux des nouvelles technologies. Entre autres sujets étudiés, citons le Telidon, l'enseignement assisté par ordinateur, l'emploi, les femmes, la protection de la vie privée, les ordinateurs ainsi que le Tiers-Monde et les droits d'auteur. Les délibérations donnent une bonne vue d'ensemble des idées actuelles sur les impacts sociaux négatifs des nouvelles technologies, non sans souligner, à l'occasion, les utilisations sociales plus positives.

M. Larochelle, *Information et utilisation du français*, Ministère des Communications, Québec, 1983. S. Goulet, *Les répercussions culturelles de l'information au Québec*, dossiers du Conseil de la langue française no. 12, Québec, 1982.

Ces deux études examinent l'impact de l'informatique et de l'informatisation sur la culture du Québec et sur l'utilisation du français. Le document Goulet essaie de déterminer comment l'utilisation des ordinateurs dans la vie quotidienne influera sur la nature de la culture. Larochelle étudie, à un niveau empirique, la situation relativement faible du français dans le domaine à croissance rapide des bases d'information électronique, ainsi que la menace que cela représente pour la culture et la souveraineté.

New Views: Computers and New Media — Anxiety and Hopes, Commission on New Information Technology, Stockholm, 1979.

Il s'agit d'une version condensée d'un long rapport établi par la Commission, lequel résume déjà un certain nombre de rapports plus détaillés traitant des médias d'information (en particulier vidéotex et télétexte). On y examine l'utilisation actuelle des médias en Suède ainsi que le rôle que ces derniers peuvent jouer dans ce contexte. L'ouvrage contient une étude des problèmes soulevés par la technologie (semblables à ceux qui préoccupent le Canada) et des questions juridiques qui se posent.

Richard Parent, *A l'orée de la télématique: les équipements de communications des ménages québécois*, Ministère des Communications, Québec, 1982.

Dans cette très intéressante étude, on examine les technologies des communications dans leur impact courant sur les ménages, et brosse un tableau des systèmes et des services axés sur les ménages du futur, avec leurs marchés. L'auteur étudie ensuite l'impact éventuel de ces systèmes et services sur les ménages, les individus et la société en général. L'étude incorpore une vaste gamme de renseignements concernant l'analyse des marchés domestiques et l'impact des nouvelles technologies au Québec et ailleurs.

Stephan G. Peitchinis, *The Employment Implications of Computers and Telecommunications Technology*, Ministere des Communications, Ottawa, 1981.

Il s'agit d'une série de rapports préparés par le professeur Peitchinis, de l'université de Calgary, sur la technologie et l'emploi. Ces études ont nécessité à la fois de grandes enquêtes à l'échelle nationale et un examen approfondi de certaines compagnies et industries; l'auteur conclut que, en dépit des importantes transformations survenues jusqu'ici sur le plan de l'emploi, les ordinateurs et les systèmes électroniques connexes ont eu, a cet égard, des effets généralement positifs.

Heather Menzies, *Women and The Chip: Case Studies of the Effects of Information on Employment in Canada*, Institut de recherche politiques, Montréal, 1981.

Proceedings of a Conference on the Impact of Micro-Electronic Technology on the Work Environment, Travail Canada, Ottawa, 1981.

Groupe d'etude de Travail Canada concernant la microélectronique et l'emploi, *In the Chips: Opportunities, People, Partnerships*, Travail Canada, Ottawa, 1982.

Ces trois publications montrent l'importance et l'intérêt qui sont accordés actuellement aux répercussions de la micro-électronique sur l'emploi et le milieu de travail, notamment en ce qui concerne les emplois de bureau pour femmes. Dans les trois cas, on tente de prouver qu'il y aura un impact tres prononcé et qu'il faut prendre les mesures voulues pour faire face aux problèmes qui surgiront et y remédier. Dans ces rapports de Travail Canada, on s'arrête aussi sur la qualité du milieu de travail qui, croit-on, subit des effects défavorables dus aux systèmes fondés sur la micro-électronique.

Ted Nelson, *The Home Computer Revolution*, Ted Nelson, The Distributors, South Bend (Indiana), 1977.

Il s'agit d'un des premiers ouvrages montrant comment le micro-ordinateur peut devenir un instrument domestique d'utilisation personnelle qui transforme la vie quotidienne et le monde du travail. L'auteur présente une vue optimiste dans le cas des renseignements dont l'accès est immédiat et libre, et qui permettent aux individus de transformer leur mode de vie et de se libérer des institutions et des lieux de travail centralisés.

June Rada, *The Impact of Micro-Electronics*, Organisation internationale du travail, Genève, 1980.

Diane Werneke, *Micro-electronics and Office Jobs: the Impact of the Chip on Women's Employment*, Organisation internationale du travail, Geneve, 1983.

Ces deux études complementaires montrent, sur une échelle globale, comment la micro-électronique influe sur les structures industrielles et ouvrières. Le tableau d'ensemble est celui d'une transformation rapide et générale, avec menace de chômage élevé, notamment dans les emplois de bureau à court terme. Les deux études, en particulier la deuxième, puisent, dans une certaine mesure, dans la documentation canadienne et fournissent, partant, un contexte utile pour l'examen des problèmes canadiens dans un contexte global.

THÈME III — L'INSTAURATION DES NOUVELLES TECHNOLOGIES

A l'heure des biotechnologies: Programme d'intervention pour le développement de la recherche en biotechnologie au Québec. Phase I: 1983-87, Secretariat a la Science et à la Technologie (Gouvernement du Québec), Québec, 1982.

Ce rapport présente une analyse de l'état actuel de la biotechnologie et des perspectives de développement dans ce secteur au Québec. Les auteurs font un certain nombre de recommandations en faveur du développement de la biotechnologie, notamment en ce qui touche les ressources humaines, le transfert de technologie, le financement et le rôle du gouvernement québécois dans ce processus.

Advisory Committee on Artificial Intelligence for the Ministry of Education and Sciences (Netherlands) *Artificial Intelligence in the Netherlands*, 1983.

A Programme for Advanced Information Technology: the Report of the Alvey Committee, Department of Industry, HMSO London, 1982:..

Commission des communautés européennes, *Communications from the Commission to the Council on Laying the Foundation for a European Strategic Programme of Research and Development in Information Technology*, Bruxelles, 1982.

Proceedings of the International Conference on Fifth Generation Computer Systems, Japan Information Processing Development Center, Tokyo, 1981.

Ces rapports et de nombreux autres portent sur l'élaboration de plans stratégiques pour divers pays à la lumière des technologies de l'information en pleine ébullition, et plus particulièrement des technologies reliées à l'intelligence artificielle. Après avoir pris connaissance du projet d'ordinateur de cinquième génération annoncé par les Japonais à la conférence de 1981, plusieurs pays se sont, l'un après l'autre, empressés de former des comités de haut niveau pour élaborer des réponses appropriées. Les rapports mentionnés ci-dessus indiquent le sérieux accordé à ces faits nouveaux. Ils présentent des recommandations en matière de développement propres à chaque pays.

Bâtir l'avenir: les communications au Québec, (Recherche et Développement: Bilan et Perspectives), Ministère des Communications, Québec, 1982.

Il s'agit du rapport d'un groupe de travail formé par le ministère des Communications du Québec, conjointement avec le secrétariat d'État au Développement culturel et scientifique, afin d'examiner l'état actuel de la recherche et du développement en communications au Québec. Le rapport passe en revue la situation actuelle, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur du Québec et conclut que le gouvernement du Québec doit intervenir dans ce domaine, en raison de l'importance de ce secteur et des lacunes qu'on y retrouve présentement.

Conseil économique du Canada, *Les enjeux du problème: innovations, commerce et croissance*, Ottawa, 1983

Ce rapport présente une étude détaillée de la technologie dans le cadre de l'économie et de la croissance économique canadiennes. L'étude souligne l'importance de l'adaptation et de la diffusion technologiques dans le contexte canadien, et examine les programmes gouvernementaux actuels d'aide au progrès technologique. Le rapport se termine par un examen de la politique commerciale canadienne et de ses répercussions sur l'économie. Les auteurs présentent des recommandations sur les modifications que le gouvernement doit apporter à ses politiques d'aide à la technologie et au commerce. A certains égards, ce rapport reformule la position prise par le Conseil des sciences dans le rapport intitulé *Le maillon consolidé: une politique canadienne de la technologie* (1979).

Edward Feigenbaum and P. McCorduck, *The Fifth Generation and Japan's Computer Challenge to the World*, Addison-Wesley Publishing Co., Reading, Mass., 1983.

Ce livre est un « appel aux armes » lancé aux Américains, dans le style du rapport « Nora-Minc » ou des mises en garde de Servan-Schreiber dans *Le défi américain*. Écrit par un expert de premier plan dans le domaine de l'intelligence artificielle et par un vulgarisateur renommé en la matière, *The Fifth Generation* examine le plan japonais de mise au point d'un ordinateur capable d'une foule de fonctions que nous associons présentement à la pensée. Ce projet, annoncé en 1981, fait appel aux forces vives du Japon pour construire la machine la plus intelligente au monde (et la plus accessible aux non-initiés). Les auteurs font plusieurs recommandations à l'égard de l'attitude que devraient prendre les États-Unis.

Feigenbaum et McCorduck voient dans ce projet un défi de taille pour l'industrie américaine des ordinateurs et ils y voient aussi une éventuelle suprématie industrielle et sociale; ils invitent donc les industriels et le gouvernement américain à réagir.

Le virage technologique, Gouvernement du Québec, Québec, 1982

Ce document se veut une étude globale et un plan d'action par le gouvernement du Québec en vue de soutenir le progrès économique et le développement technologique. Un élément clé de cette stratégie est le développement des entreprises technologiques, et le rapport présente un train de mesures à cette fin.

Les conférences socio-économiques du Québec, *Le Québec et les communications: un futur simple*, Ministère des Communications Québec, 1983.

Il s'agit d'une étude détaillée de la situation actuelle et future des communications au Québec. Cette étude a été rédigée à titre de document de fond en vue d'une conférence importante qui aura lieu en octobre 1983. Le rapport soulève des questions concernant le rôle futur du gouvernement dans le renforcement des services et des industries de communication, dans le cadre global des stratégies économiques, sociales et industrielles du Québec.

Simon Nora et Alain Minc, *L'informatisation de la société: un rapport au président de la République*, la documentation française, Paris, 1978.

Ce rapport a acquis une notoriete considerable tant en France qu'ailleurs, en raison de son appel a une strategie nationale afin de mieux repondre aux perspectives et aux risques nouveaux que presente la telematique (telecommunications et traitement de l'information). Chose interessante, les auteurs notent que le Canada a ete le premier pays a comprendre que quelque chose de nouveau peut sortir de la combinaison de ces deux technologies.

Les auteurs font un certain nombre d'observations sur la micro-electronique et les risques qu'elle fait peser sur les divers secteurs de l'emploi, sur la souverainete nationale et sur divers secteurs industriels; il s'agissait alors de remarques originales, mais elles sont maintenant devenues des lieux communs.

Robert Reich, *The Next American Frontier*, Times Books, New York, 1983.

Ce livre examine les raisons de l'actuel recul industriel des Etats-Unis et presente une serie de strategies pour le redressement industriel. Le theme central de ces strategies est le besoin d'etablir une « strategie industrielle » nationale (à la japonaise) fondee sur un consensus entre les syndicats, l'industrie et le gouvernement.

Conseil des sciences du Canada, *Préparons la societe informatisée: demain il sera trop tard*, (Rapport no. 33), Ottawa, 1982.

Ce rapport du Conseil des sciences passe en revue les nouvelles technologies et leurs répercussions possibles sur le Canada et les Canadiens. Les auteurs démontrent la nécessite d'une orientation politique des nouveaux développements et font des recommandations concernant les mesures gouvernementales à prendre face à ces défis.

Groupe de travail sur la biotechnologie, *Biotechnologie: un plan de développement par le Canada*, Ministere d'État chargé des Sciences et de la Technologie, Ottawa, 1981.

Ce document examine l'état actuel des connaissances et des activités dans le domaine de la biotechnologie au Canada et à l'étranger, et il présente un plan pour assurer une présence canadienne efficace dans ce secteur. Ce plan vise à créer un climat favorable à l'établissement d'une diversité d'entreprises canadiennes oeuvrant en biotechnologie.

Un projet collectif: énoncé d'orientations et plan d'action pour la mise en œuvre d'une politique québécoise de la recherche scientifique, Gouvernement du Quebec, Quebec, 1980.

Ce rapport décrit les grandes lignes des objectifs et d'un plan relatifs à la mise en place d'une politique quebecoise de la recherche scientifique. Entres autres, les auteurs abordent les objectifs « collectifs » et « democratiques » de la recherche scientifique au Quebec, la formation d'une main-d'œuvre scientifique competente, une strategie pour stimuler les sciences, la recherche et le financement, ainsi que l'élaboration des mécanismes politiques appropries pour le secteur scientifique.

Groupe de travail sur les politiques industrielles, *Les multinationales et la stratégie industrielle*, Conseil des sciences du Canada, Ottawa, 1980.

Ce rapport examine l'une des strategies possibles d'aide aux innovations et au developpement technologique dans l'industrie canadienne. Les auteurs étudient quatre entreprises ayant un mandat de production mondiale et ils en tirent des conclusions et des consequences politiques. En outre, ils étudient les perspectives et les limitations propres au contexte industriel canadien.

Z. Zeman, *Men With the Yen*, document no. 15, Institut de recherches politiques, Montréal, 1980.

L'auteur étudie le Japon d'un point de vue canadien. Le rôle global du Japon a clairement changé et il changera encore: d'exportateur de produits de pietre qualite qu'il était, il est devenu un exportateur d'adaptations de haute qualité des technologies étrangères, et il déploie maintenant des efforts pour devenir un innovateur technologique important et le numéro un de l'économie mondiale. L'auteur examine les points forts et les faiblesses du Japon moderne et il présente des options politiques que le Canada pourrait prendre pour faire face aux initiatives japonaises et participer à leur mise en œuvre.

Dirk de Vos, *Governments and Micro-electronics*, Conseil des sciences du Canada, Ottawa, 1963.

Ce document très utile passe en revue l'expérience et la pratique actuelles des gouvernments européens pour ce qui est de la promotion des investissements et des innovations en micro-électronique et des applications de cette dernière. Sont examinés, entre autres pays, le Royaume-Uni, la France, l'Allemagne de l'Ouest, la Suède et les Pays-Bas. Sans tirer de conclusions, le rapport signale que «même les économies de très faible

envergure ont au moins de quatre à cinq ans d'avance en ce qui concerne les genres d'études et d'incitations au contrôle des technologies qui ne sont apparues au Canada qu'en 1982».

THÈME IV — L'ADAPTATION AUX CHANGEMENTS

James W. Botkin, M. Elmandjra, M. Malitza, *No Limits to Learning: Bridging the Human Gap* (Rapport présenté au Club de Rome) Pergamon, 1979.

Les auteurs considèrent l'apprentissage, et particulièrement « l'apprentissage innovateur », comme le principal moyen susceptible de permettre aux individus de s'adapter au changement et, particulièrement pour ceux des pays en voie de développement, de promouvoir et de soutenir un changement efficace. Le libre définit la notion d'apprentissage innovateur et la compare aux autres types d'apprentissage. Les auteurs discutent la façon dont l'apprentissage efficace peut constituer une amorce de règlement aux problèmes mondiaux.

M. Brossard et N. Durany, *Le plein emploi à l'aube de la nouvelle révolution industrielle*, Université de Montréal: École de relations industrielles, Montréal, 1981.

Ce volume regroupe les actes d'un colloque sur les répercussions de la micro-électronique sur l'emploi. Ce volume est particulièrement utile en ce qu'il contient des commentaires, des analyses et des discussions d'universitaires, de fonctionnaires, d'industriels et de syndicalistes; il aborde le problème de l'influence de la micro-électronique sur le milieu de travail et présente des mécanismes d'adaptation.

R. Dorion, *S'adapter à un monde en pleine évolution*, Travail Canada, Ottawa, 1981.

Même s'il ne traite pas spécifiquement des nouvelles technologies, ce recueil d'essais constitue une introduction à la notion de qualité de la vie au travail et à la gestion du changement industriel et organisationnel. Ces possibilités sont particulièrement importantes à la lumière des changements importants qui sont en cours et des problèmes d'adaptation qu'ils soulèvent.

Fred Hirsch, *Social Limits to Growth*, Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1976.

L'auteur examine la thèse selon laquelle il existe des limites naturelles à la distribution des biens et des services sociaux. Des attentes toujours croissantes à l'égard de la richesse et du niveau de vie finissent par se heurter à des obstacles et le gain d'une personne se traduit inévitablement par une perte pour quelqu'un d'autre ou pour toute la société. A mesure que l'État, au lieu du marché, devient de plus en plus responsable de la distribution de ces biens, la légitimité des mécanismes de distribution, et ainsi de l'État, est remise en question.

R.F. Laidlaw, *Co-operatives in the Year 2000*, Co-operative Union of Canada, Ottawa, 1980.

L'auteur de ce rapport, un des chefs de file canadiens du mouvement coopératif mondial, examine l'avenir des coopératives et de la coopération à la lumière des difficultés économiques et sociales et du changement technologique. L'auteur est d'avis que les coopératives constituent une solution de rechange pour promouvoir et maîtriser les changements, tant sur le marché que dans les pays en voie de développement.

Yoneji Masuda, *The Information Society as Post-Industrial Society*, Institute for the Information Society, Tokyo, 1981.

Ce livre très influent a été écrit par l'un des principaux penseurs japonais en économie de l'information et en prospective sociale. L'auteur décrit la situation actuelle pour ce qui est de l'établissement d'une société informatisée et il esquisse la forme qu'aura probablement cette société lorsqu'elle aura entièrement émergé. Ce livre est particulièrement intéressant, car il donne le point de vue japonais sur les problèmes et les perspectives de la société informatisée et il présente une stratégie pour l'émergence de cette dernière, stratégie proposée par un des principaux architectes japonais en la matière.

Options politiques, Institut de recherches politiques, Montréal.

Cette revue, actuellement publiée six fois l'an, présente des articles fouillés et intéressants sur des problèmes canadiens et sur les options politiques qui s'offrent pour les régler. Les numéros récents ont porté sur la stimulation de la technologie (janvier-février 1983), la réduction de la semaine de travail (mai-juin 1983), les coopératives de travailleurs (mai-juin 1983), la formation, la planification, etc.

Starr Roxanne Hiltz et Murray Turoff, *The Network Nation: Human Communication Via Computer*, Addison Wesley Publishing Co., Reading, Mass., 1978.

« Au cours des deux prochaines decennies, des ordinateurs et des liens de communications peu coûteux faciliteront l'apparition de vastes réseaux de communication et d'information. La nation réseau est une société dans laquelle les telecommunications, grâce aux réseaux d'ordinateurs, reduisent à presque rien les barrières temporelles et spatiales entre les peuples et entre les peuples et l'information. Pour faire comprendre aux lecteurs la nature et les consequences de l'émergence de la nation reseau, les auteurs tracent l'historique des innovations technologiques qui ont rendu possible ce phenomene, presentent l'état actuel des connaissances sur les repercussions sociales et psychologiques de ces nouvelles formes de communication, examinent les applications possibles de ces concepts à une diversité de processus sociaux et passent en revue les problèmes techniques et politiques, presents et futurs, de ces applications » (extrait de la page 3 de la couverture).

Conseil de planification sociale d'Ottawa-Carleton, *Techno-Peasant Survival: a Workshop on High Technology Planning and Job Access for Low Income Groups*, Ottawa, 1982.

En novembre 1982, le Conseil de planification sociale d'Ottawa-Carleton tenait un atelier ou était presenté un rapport sur l'acces des personnes défavorisées aux emplois de technologique de pointe. A l'occasion de cet atelier, on a défini un certain nombre de mecanismes pouvant permettre aux personnes désavantagées d'acceder aux emplois de technologique de pointe.

K. Valaskakis, *The Information Society: the Issues and the Choices*, GAMMA: Université de Montréal/McGill University, Montreal, 1979.

Il s'agit du rapport global d'un grand projet entrepris par le groupe de prospective Gamma en vue d'examiner les divers aspects du Canada en tant que société axée sur l'information. Ce rapport offre une perspective globale utile pour certaines questions et options reliées à l'émergence des nouvelles technologies du Canada; il situe le Canada dans le contexte des événements de plus grande envergure auxquels on assiste sur la scène internationale.

Institut Vanier de la famille, *L'avenir du travail: un apport au débat public sur l'avenir du travail*, VIF, Ottawa, 1981.

Ce volume regroupe les actes d'un atelier international sur l'avenir du travail. Les auteurs des communications examinent non seulement la question de l'adaptation au changement, mais aussi les définitions et le sens fondamental de la notion de travail; ils sont d'avis que l'adaptation se fait non seulement par les canaux officiels, mais aussi par les canaux informels et personnels.

Du travail pour demain: les perspectives d'emploi pour les années 80. Chambre des communes (Groupe spécial sur les perspectives d'emploi pour les années 80 — le comité Allmand), sans date.

Ce rapport traite de l'emploi et de la fomation dans le contexte des nouvelles exigences en matière de main-d'œuvre et de compétences. Il aborde les divers éléments du système de formation des ouvriers spécialisés et présente une série de recommandations fondées sur la perception d'une inégalité entre, d'une part, l'offre et la demande en matière et de main-d'œuvre et de compétences et, d'autre part, les problèmes particuliers des différents groupes.

Jean-Jacques Servan-Schreiber, *The World Challenge*, Simon and Schuster, New York, 1980.

L'auteur expose le défi global de la micro-électronique, notamment en ce que celle-ci ouvre des possibilités pour l'étude des problèmes du Tiers-Monde. Il brosse un tableau d'ensemble des événements mondiaux concernant la micro-électronique et cerne les dangers qui en découlent. Cet ouvrage a vivement influencé le président de la France de l'époque, à tel point qu'on a ensuite établi, à Paris, un centre mondial pour l'étude des applications de la micro-électronique en ce qui a trait notamment au développement et à l'éducation dans le Tiers-Monde.

VIDÉOGRAPHIE CHOISIE

Canada

The Electronic Web—Série Quarterly Reports

56 min., 50 sec., couleur, 1981, bande vidéo
Réalisateur: Ken Hazzam
Distributeur: Les entreprises Radio-Canada, Toronto
Location: 75 $
Achat: 400 $
Contenu: Le film examine le côté sombre de la révolution de l'information et la menace à la vie privée des individus à l'ère de l'informatique.

Switching On — Your Life in the Electronic Age

57 min., 05 sec., couleur, 1981, bande video
Réalisateur: Wendy O'Flaherty
Distributeur: Les entreprises Radio-Canada, Toronto
Location: 75 $
Achat: 400 $
Contenu: *Switching On* explore les incroyables progres de la technologie de l'informatique realisés avec la plaquette de silicone et tire deux grandes conclusions:
1) la diminution du labeur humain entrainera une baisse considérable du nombre d'emplois
2) si le travail ne peut plus servir de base de rémunération, il faudra peut-être instituer un revenu annuel garanti.

Japan

The Super Achievers — Série Nature of Things

57 min., 20 sec., couleur, 1982, bande vidéo et film
Réalisateur: James Murray
Distributeur: Les entreprises Radio-Canada, Toronto
Location: 75 $
Achat: 400 $
Contenu: Le Japon a allié le travail acharné et l'innovation astucieuse à un examen implacable du commerce et de l'industrie pour s'élever de l'obscurité presque totale aux rangs des grandes puissances industrielles.

Les robots

19 min., 53 sec., couleur, 1981, 16 mm
Réalisateur: Radio-Canada
Distributeur: Office national du film
Location: Gratuit (bibliotheques publiques et cinematheques de l'ONF)
Achat: 375 $
Contenu: Les robots sont-ils bénéfiques ou nuisibles à l'homme? Coup d'oeil sur l'invasion des robots dans vos vies.

Downside Adjustments

60 min., couleur, 1983, 16 mm
Realise par: Mary Jane Gomes et Emile Kolompar
Distributeur: DEC, (416) 964-6901
Location: 90 $ (prix communautaire) 95 $ (prix institutionnel)
Achat: prix à de terminer (environ 1 300 $)
Contenu: Le film examine les effets de la technologie nouvelle sur l'industrie de l'automobile et ses repercussions sur la vie des travailleurs de l'industrie de l'automobile a Windsor.

Fast Forward — Une collection sur les technologies nouvelles et leurs ramifications

30 min. chacun, couleur, 1980, vidéo
Réalisateur: Ontario Educational Communications Authority
Distributeur: TVOntario
Location: Gratuit
Achat: prix non disponible
Titres: The Micro-electronic Revolution
Humanizing the Technology
Bio-engineering 1
The Information Flow
New Perspectives
Computer Simulation
Memory and Storage
Electricity/Energy
Transportation
Space
Business of Information
Security
Medicine
About Computers
State of the Arts
Implications

Computer: Computerized Supermarkets

23 min., couleur, 1979, video
Realise par: Universite du Manitoba
Distributeur: Thomas Howe Associates, (604) 687-4215
Location: 25 $
Achat: 250 $
Contenu: Visite d'un supermarche recemment informatise. On y explore le Code universel des produits (CUP) et le materiel necessaire pour exploiter le systeme. On presente egalement les problemes eventuels d'un tel systeme dans l'optique de l'Association des consommateurs.

Angleterre

Goodbye Gutenberg — Serie BBC Horizon

60 min., couleur, 1980, 16 mm
Realisateur: Edward Goldwyn
Distributeur: BBC Toronto
Location: utilisation educative 90 $
utilisation non educative 125 $
Achat: utilisation educative 1 125 $
utilisation non educative 1 160 $
Contenu: Au moment ou de plus en plus de mots s'envolent de la page imprimee pour être traites et emmagasines par des ordinateurs, Horizon nouvelle de l'information et sur ses effets sur la democratie, les frontières nationales, la langue, la bureaucratie et la vie privée. Cette production examine également certains des effets les plus marquants et les plus subtils de la nouvelle ère de l'information, c'est-à-dire les transformations culturelles que l'avenir nous reserve peut-être ainsi que les effets qu'entraineront les omnipresentes pulsations electroniques sur notre mode de vie.

Halfway to 1984

50 min., couleur, 1976, 16 mm
Realisateur: BBC
Distributeur: BBC Toronto
Location: utilisation éducative 60 $
utilisation non éducative 100 $
Achat: utilisation éducative 925 $
utilisation non éducative 950 $
Contenu: Ce film fait un examen des questions soulevées par les récentes innovations dans la technologie de l'informatique qui rendent vraiment possibles la surveillance des masses et l'abus qu'en feraient les hommes politiques.

Now the Chips Are Down

50 min., coul., 1978, 16 mm
Realisateur: BBC
Distributeur: BBC Toronto
Location: utilisation educative 65 $
utilisation non educative 100 $
Achat: utilisation educative 925 $
utilisation non educative 950 $
Contenu: Le microprocesseur, c'est une fantaisie futuriste sur une minuscule plaquette de silicone. Peu coûteux à produire, il fonctionnera comme un gros ordinateur, rendant possible une machine qui peut lire à haute voix, un entrepôt sans personnel. Les robots contrôles par des microprossesseurs peuvent non seulement tout faire dans la soudure, le coupage ou l'assemblage, mais ils peuvent également « acquerir » des specialisations humaines.

États-Unis

The Ultimate Machine

30 min., couleur, 1971, 16 mm
Realisateur: Time-Life Films
Distributeur: Marlin Motion Pictures Ltd.
Location: 50 $
Achat: 644 $
Contenu: Le film examine le developpement et l'utilisation de l'ordinateur. Il fait voir une raffinerie de petrole automatisee ou des ordinateurs contrôlent la production, un enfant à qui un ordinateur scolaire enseigne, et des hommes de sciences qui construisent un robot à l'image de l'homme.

The Mind Machines

57 min., couleur, 1978, 16 mm
Réalisateur: WGBH — T.V./Time-Life Films
Distributeur: Marlin Motion Pictures Ltd.
Location: 66 $
Achat: 1 007 $
Contenu: Examine et interviewe des hommes de sciences qui travaillent à des recherches sur l'intelligence artificielle, une division de l'informati-

que. La discussion s'anime lorsqu'on parle de machines plus intelligentes que leur créateur. On fait voir des ordinateurs qui jouent et gagnent aux échecs, effectuent des diagnostics médicaux, contrôlent des robots utilisés dans les sciences de l'espace et effectuent des tâches sur une chaîne de montage.

Computers, Spies and Private Lives

59 min., couleur, 1981, 16 mm
Réalisateur: Time-Life Films
Distributeur: Marlin Motion Pictures Ltd.
Location: 66 $
Achat: 1 073 $
Contenu: Ce film indique comment les ordinateurs accumulent facilement de l'information sur nos finances, la politique, nos goûts et nos habitudes et peuvent porter atteinte à notre vie privée individuelle. Il traite longuement des banques de données à l'échelle nationale qui emmagasinent cette information, et des voleurs électroniques qui peuvent percer les codes informatiques pour obtenir des données et peuvent ainsi mettre en danger les institutions financières nationales et internationales. Il examine également les téléordinateurs qui peuvent remplacer le courrier et les «smar cards» qui ressemblent à des cartes de crédit ordinaires mais comportent un code informatique connu seulement du propriétaire et réputé impossible à percer.

Michael Gurstein
Socioscope Inc.